

しまねをサポートする

# ASPE

令和3年度

# 研究報告



## 島根県技術士会

ASSOCIATION OF SHIMANE PROFESSIONAL ENGINEERS



# 島根県技術士会 令和3年度研究報告 目次

## 【共同研究】

### 1. 水資源・水環境研究分科会

- (1) 宍道湖・中海に注ぐ松江市内の河川の水質の推移とその考察  
大掛敏博、角谷篤志、田中秀典、西田修三 ————— 1

### 2. 庭園文化研究分科会

- (1) 「出雲文化と庭園」・・・出雲文化伝承館の建設にまつわる人々  
伊藤幹郎 ————— 1 1
- (2) 勝部家庭園について  
宇野真一 ————— 1 9
- (3) 出雲流庭園の普及と現状  
木佐幸佳 ————— 2 7
- (4) 茶庭の動線の変遷と出雲流庭園  
武田隆司 ————— 3 5
- (5) 来待石の石造物はなぜもろいのか？  
原 裕二 ————— 4 5
- (6) 円成寺庭園で庭の見せ場「景趣絶佳」を探る  
林 秀樹 ————— 5 3

### 3. 今福線研究分科会

- (1) 12年目の活動を迎えてー継続は力なりー 和田 浩 ————— 6 3
- (2) 今福線アーチ橋の調査  
渡辺 操 ————— 7 3
- (3) 旧三江線ガイドブック制作支援  
酒井雄壮 ————— 7 7

### 4. 生物多様性研究分科会

- (1) 雲南市及び出雲市で整備されたビオトープの植生環境  
大嶋辰也 ————— 8 9
- (2) コウノトリ及びトキの餌場環境としてのビオトープ整備  
北村 清 ————— 9 9
- (3) 放棄水田を活用したビオトープの水生生物と整備・保全上の課題  
細澤豪志、森脇昭子 ————— 1 0 7
- (4) 出西ビオトープについて  
吉田 薫 ————— 1 1 3

### 5. 島根県B級遺産研究分科会

- (1) 島根県B級遺産(候補)「木コンクリート合成桁橋」(最終報告)  
松浦寛司 ————— 1 1 7

## 6. エネルギー多様性研究分科会

- |                                       |      |       |       |
|---------------------------------------|------|-------|-------|
| (1) 島根の再生可能エネルギーについて                  | 神庭和彦 | ————— | 1 2 3 |
| (2) 江津浄水場太陽光発電所 視察報告<br>～島根県企業局西部事務所～ | 角谷篤志 | ————— | 1 2 9 |
| (3) 新エネルギー基本計画 エネルギー転換期を日本は乗り越えられるか   | 小村 勤 | ————— | 1 3 9 |

## 【個人研究】

- |  |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
| (1) みどりの戦略と有機農業 100 万 ha の目標について                 | 吾郷秀雄  | ————— | 1 4 9 |
| (2) 門外漢 トリウム熔融塩炉を調べる (5)<br>小説から始まった“4 S 炉”の情報収集 | 井上祥一郎 | ————— | 1 5 9 |
| (3) 古代出雲国における測量と古地図の存在                           | 吉田 薫  | ————— | 1 6 5 |

島根県技術士会

令和3年度研究報告

# 共同研究



# 宍道湖・中海に注ぐ松江市内の河川の水質の推移とその考察

水資源・水環境分科会

大掛敏博、角谷篤志、田中秀典、西田修三

## 1 はじめに

本研究分科会では、宍道湖の水質保全に影響を与える周辺河川の水質データを解析することで経年変化やその特徴、課題について研究してきた。

平成 29 年度には「松江市内の河川の水質について」と題して、山居川、忌部川については 1991～2016 年の 26 年間の水質の変化を分析した。

平成 30 年度は、玉湯川、来待川、佐々布川、西長江川、秋鹿川、大野川の計 6 河川を取り扱った。

本年度は、中海に注ぐ本庄川、意宇川の 2007 から 2019 年度までの水質データの分析、更に今までの研究の整理として、代表的な河川の山居川、忌部川、玉湯川、来待川、意宇川の 5 河川を取り上げ、1991～2019 年の約 30 年間の水質の経年変化、また水質改善後の 2007～2019 年の 13 年間の水質の推移とその特徴について考察することとした。

水質データは松江市環境保全部環境保全課より提供を受けている。

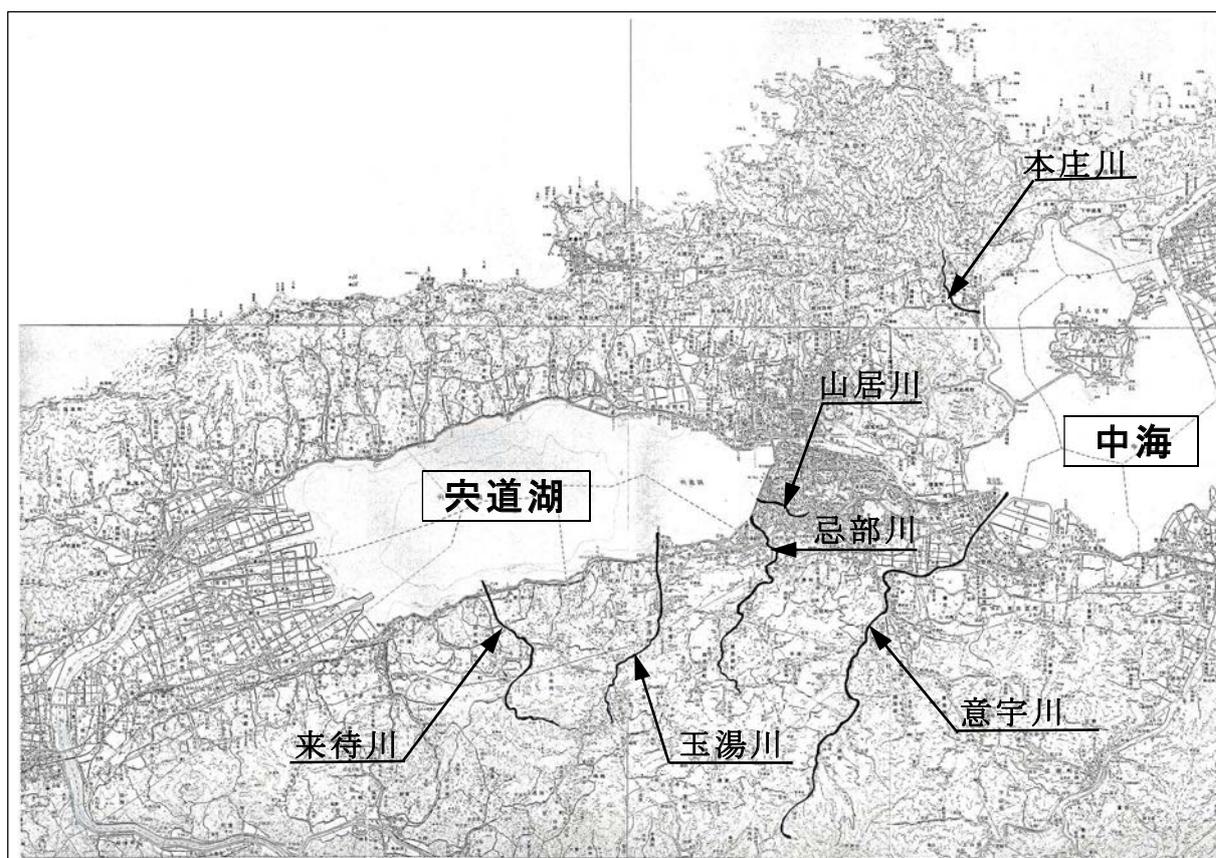


図 1：松江市内の河川（国土地理院 1：50,000）

## 2 流況概要

各河川の流況の概況を表1に示す。ともに流域面積は広くなく、流路延長も短く、高低差も大きい。表2には各河川の特徴をまとめた。

一方、松江市の下水道等の生活排水処理施設の普及率は、2006年度末で90%を超えている。「まつえの下水道（平成29年度版）」  
-松江市上下水道局

表1：流域面積、流路延長

河川		流域面積 (km <sup>2</sup> )	流路延長 (km)
宍道湖 流入	玉湯川	13.3	5.5
	来待川	16.6	8.6
	山居川	3.6	2.4
中海 流入	忌部川	18.4	9.9
	意宇川	71.3	16.5
	本庄川	5.3	2.8
斐伊川		2070.0	153.0

表2：河川の流域概要及び流域写真

意宇川(日吉の切通し)	本庄川	玉湯川
		
【観測位置】 河口より6.0km 【透明度】 極めて高い 【流況】 田園	【観測位置】 中海より0.3km上流 【透明度】 極めて高い 【流況】 田園	【観測位置】 河口より0.4km上流 【透明度】 極めて高い 【流況】 田園
来待川	山居川(庄司橋)	忌部川(半原橋)
		
【観測位置】 河口より0.4km 【透明度】 極めて高い 【流況】 田園	【観測位置】 河口より0.5km上流 【透明度】 悪い(緑色) 【流況】 市街地	【観測位置】 河口より0.5km上流 【透明度】 川底が見える 【流況】 下流部市街地、上流部田園

### 3 2007年～2019年の本庄川、意宇川の経年変化の概況

#### ①透視度

・本庄川、意宇川ともに5月に大きく透視度が低下する傾向が認められるが、意宇川では平成27年以降、本庄川では平成29年以降ではそのような傾向は認められない。この5月の透視度の低下は、周辺水田の代掻きによる影響と推測される。

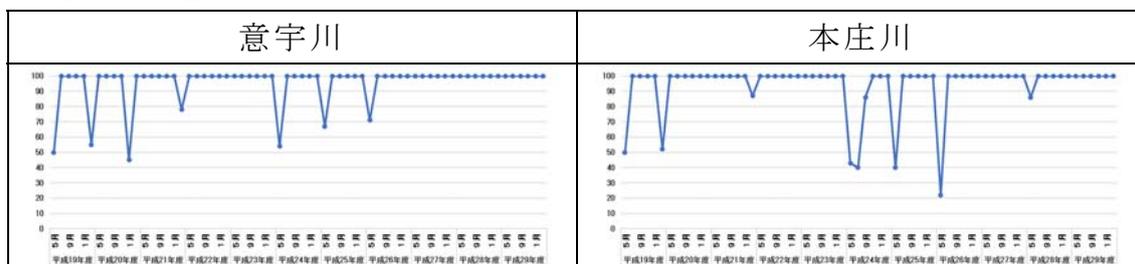


図2：透視度

#### ②PH（水素イオン濃度：基準 6.5～7.5）

・意宇川では平成27年度以降、PHが基準の8.5を超えることが多くなっているが、本庄川では基準を超過することはなかった。

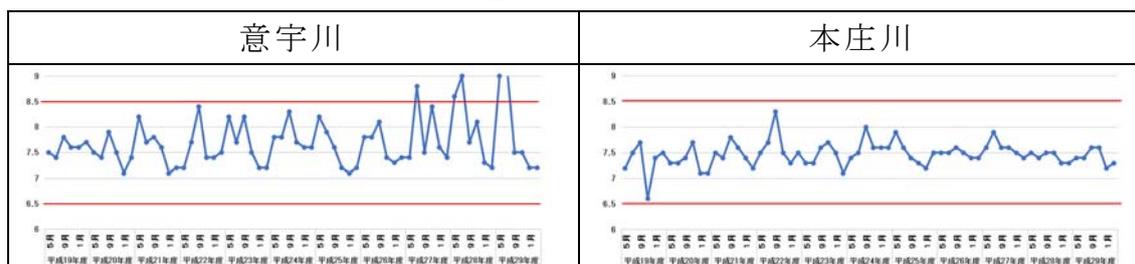


図3：PH（左：変動小さい 右：変動大きい）

#### ③DO（溶存酸素：基準 7.5mg/L以上）

・いずれの河川も基準値の基準値の8.0mg/Lを下回ることなく、冬場に低く、夏場に高くなる傾向がみられた。

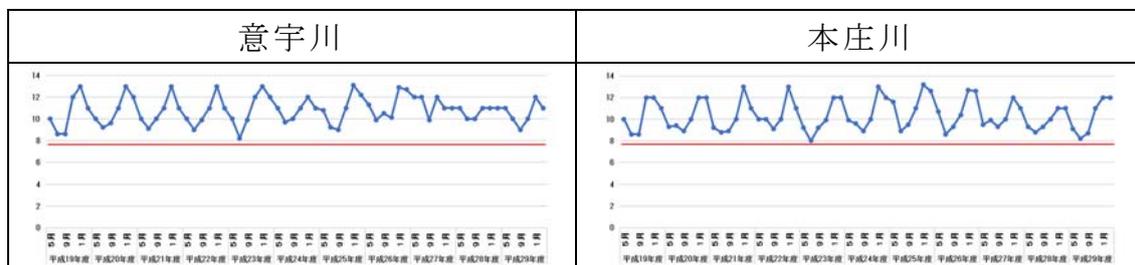


図4：溶存酸素濃度

#### ④BOD（生物学的酸素要求量：基準 2.0mg/L以下）

・意宇川では平成19年度に基準を超えていたが、その後は基準を超過する

ことは無かった。また、本庄川は調査期間を通じて基準を超過することはなかった。

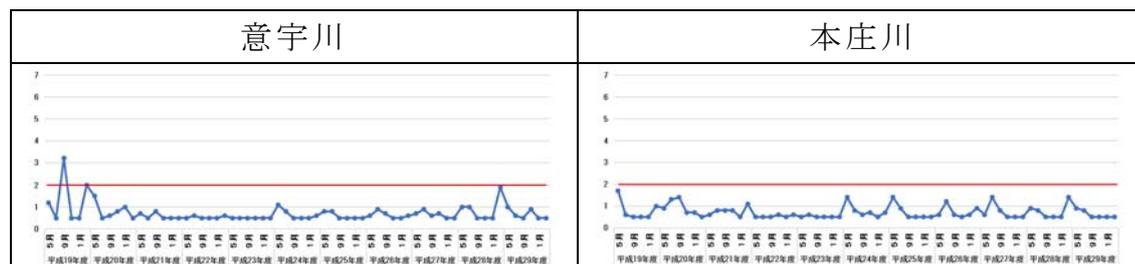


図 5 : B O D

### ⑤COD（化学的酸素要求量）

・河川には COD の基準はないが、河川の基準である BOD が高い値を示す場合には高くなっていることが多い。本庄川の方が、意宇川に比べて値が高く、変動幅が大きい傾向がみられた。

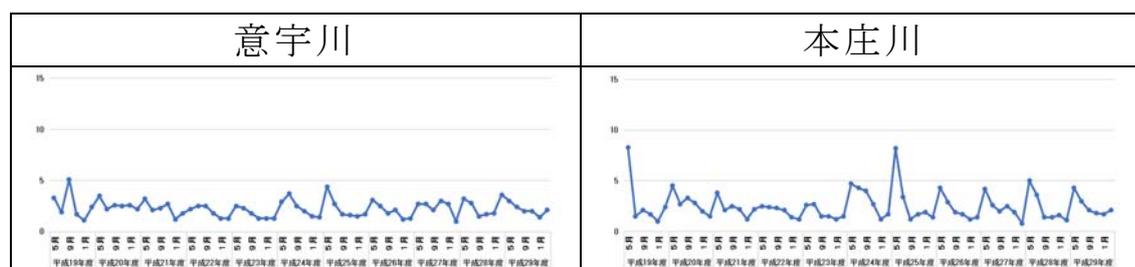


図 6 : C O D

### ⑥SS（浮遊物質量：基準 25mg/L 以下）

・いずれの河川においても基準を超えることはないが、意宇川で冬場に高い値を示すことがあった。

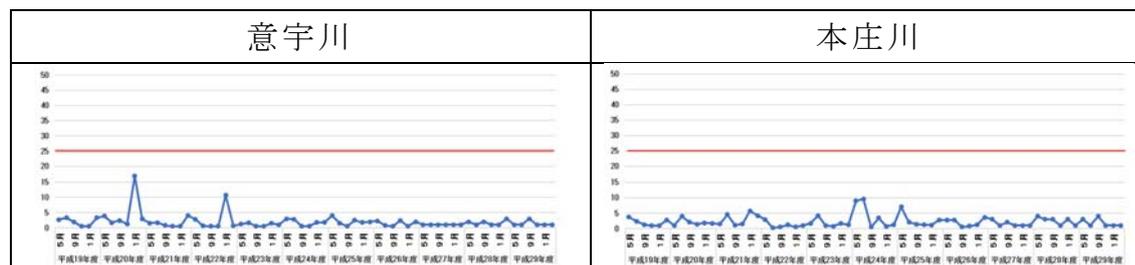


図 7 : S S

### ⑦全窒素・全リン

・意宇川では全窒素・全リンともにおおきな変動は見られなかった。一方、本庄川では全リンは大きな変動は見られなかったが、本庄川では平成 25 年 5 月にスポット的に高い値を示していた。この時は透視度も 40cm 程度と低く、河川水が濁っていることが想定され、降雨または代掻きの影響ではない

かと思われる。

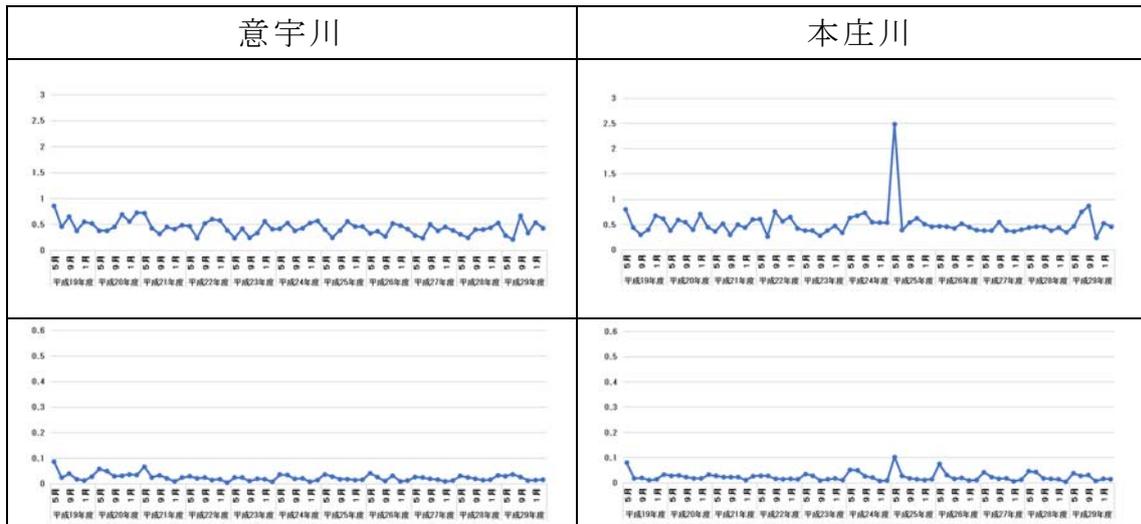


図 8：全窒素（上段）と全リン（下段）

⑧塩化物イオン濃度

・いずれの河川の採水地点も中海からの湖水が遡上する地点ではないので、大きな変動は見られなかった。

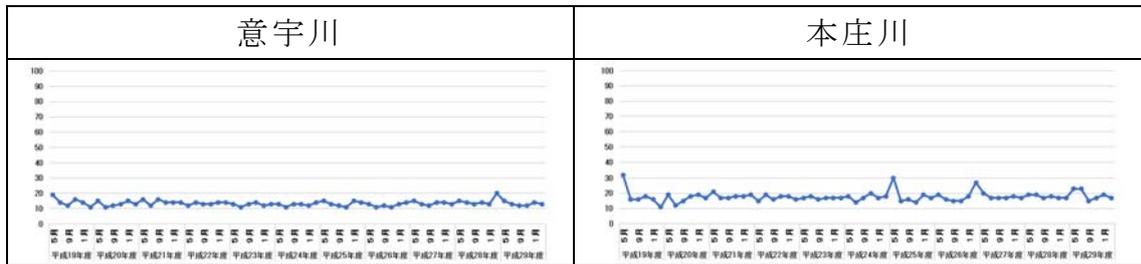


図 9：塩化物イオン濃度

#### 4 代表河川の水質の各指標の推移と汚水処理普及率との関係

代表河川として山居川、忌部川、意宇川、玉湯川、来待川の5河川を取り上げ、1991～2019年の約30年間における河川の水質の推移と松江市の汚水処理普及率との関係を整理した。(図10)

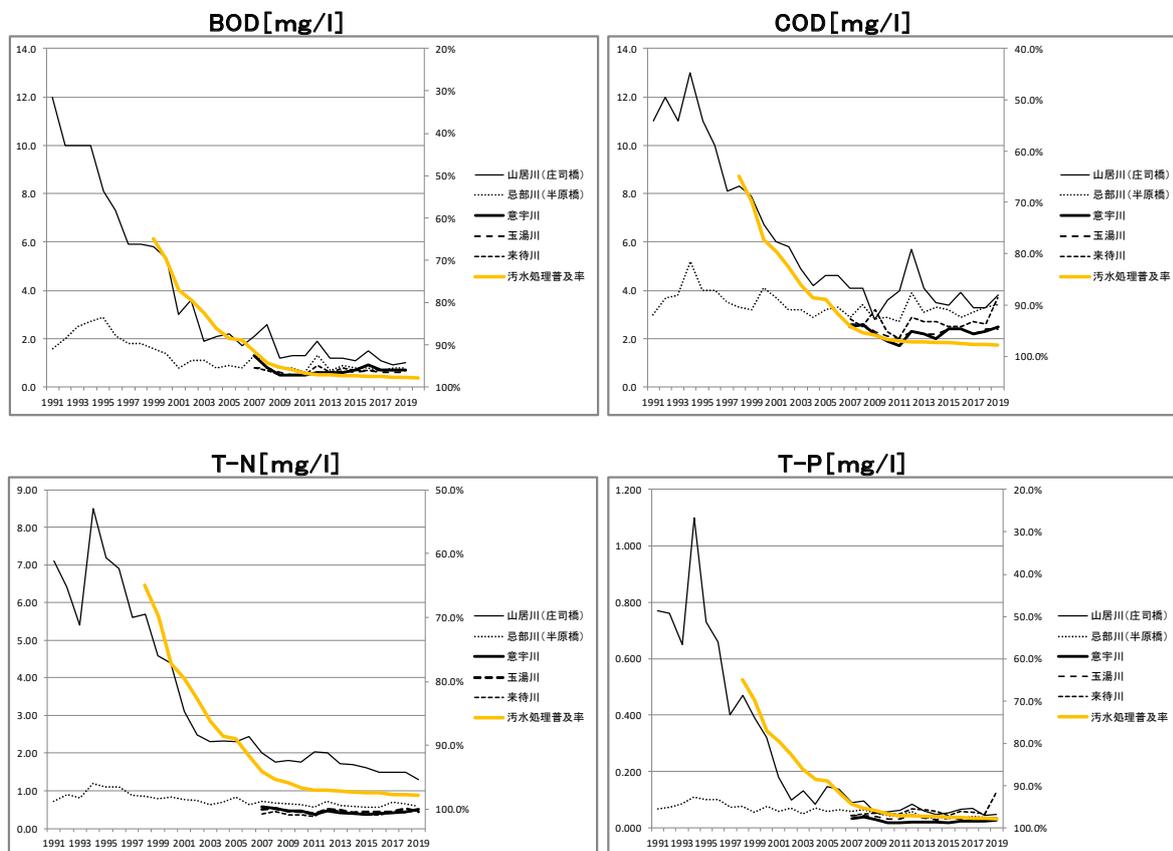


図10：代表的河川の水質の各指標と汚水処理普及率の推移

松江市の汚水処理普及率に関しては、「【まっえの下水道（平成29年度版）】-松江市上下水道局-」では「・昭和47年度（1972）公共下水道建設着手 ・昭和58年度（1983）集落排水事業着手 ・平成13年度（2001）公設浄化槽事業着手 ・事業開始から41年が経過し、平成26年度（2014）に下水道の面的整備が完了し、汚水処理普及率は概ね100%になった」としている。

松江市の下水道普及率は、1998年の64.9%から2006年に90%を超えるまで大幅に改善された。河川の水質(BOD、COD、T-N、T-P)の改善傾向は、松江市の下水道普及率の進捗に追随し2007年度までが特に大きく、下水道普及率が90%を超えた2007年以降では、河川の水質は概ね横ばいであるのがわかる。

## 5 2007年以降(下水整備後)の各河川のBOD、CODの推移

図11は2007年以降の各河川のBOD、CODの推移である。

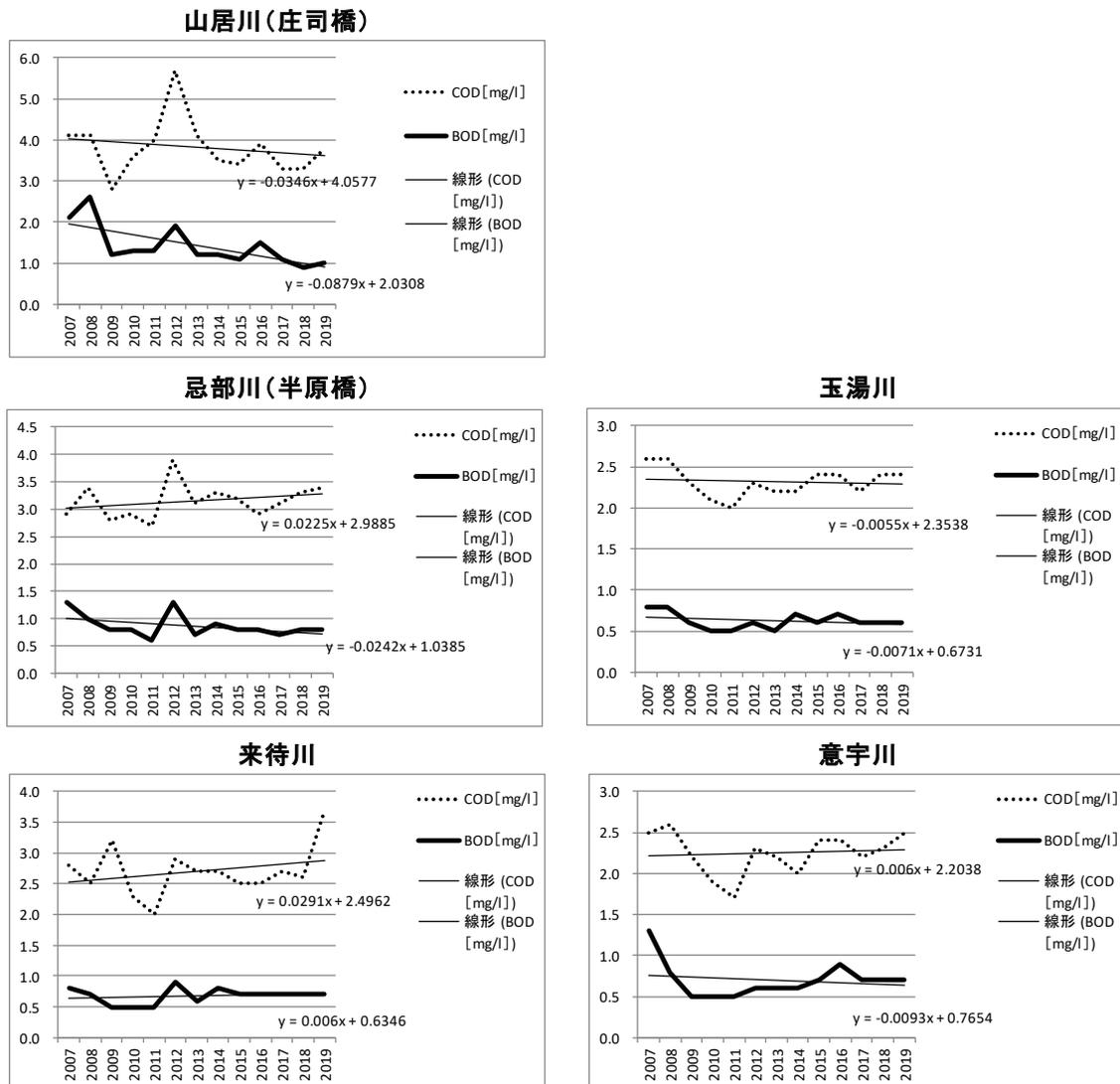


図11：2007年以降の各河川のBOD、CODの推移

2007年以降のBODとCODの推移について、田園を流れる忌部川、玉湯川、来待川、意宇川の4河川と市街地にある山居川とに分けて整理するとそれぞれ以下のような特徴がある。

### (1) 忌部川、玉湯川、来待川、意宇川の特徴

- ・ 流況が田園であるこれらの河川は非常に良い水質環境にある。
- ・ BODは2007年には既に測定限界値の0.5~1.0mg/L程度で、水質は非常に良く、近年は改善の限界域にある。(0.5mg/Lは測定の限界値)
- ・ CODは2.0~4.0mg/L程度であるが、近年は横ばいないし微増傾向にあり高止まりしている。

### (2) 山居川の特徴

- ・ 流況が市街地であり上記の河川よりも水質は比較的悪い。

- ・ BOD は 1.0～2.0mg/L で未だ測定限界値まで下がり切れていない。
- ・ BOD は 2007 年以降も減少しており、それに伴い COD も減少している。

## 6 COD と BOD の乖離

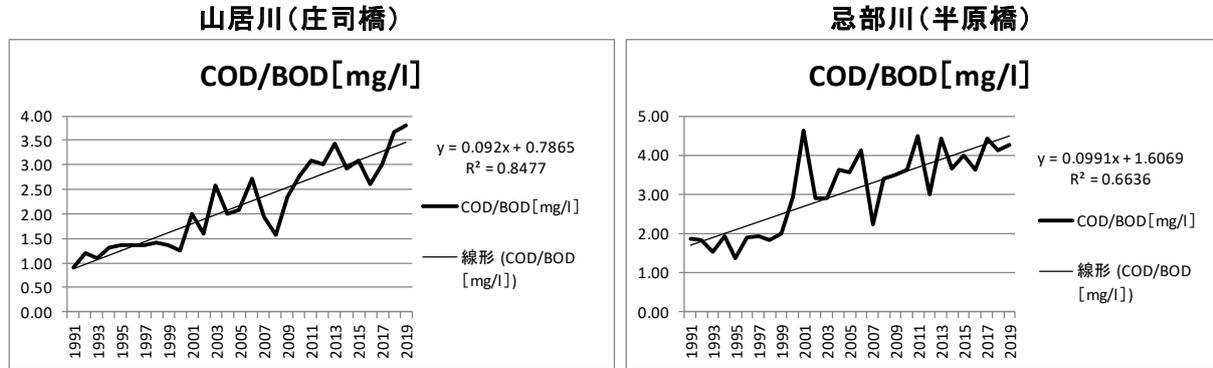


図 12：山居川と忌部川の COD/BOD

図 12 は山居川と忌部川について、1991 年から 2019 年の約 30 年間の COD/BOD（比）を表したものである。1991 年当時の COD/BOD は 1～2 程度であった。しかし近年は図 12・13 に示す通り、概ね 3～4 程度で COD/BOD の乖離が大きくなる傾向にある。

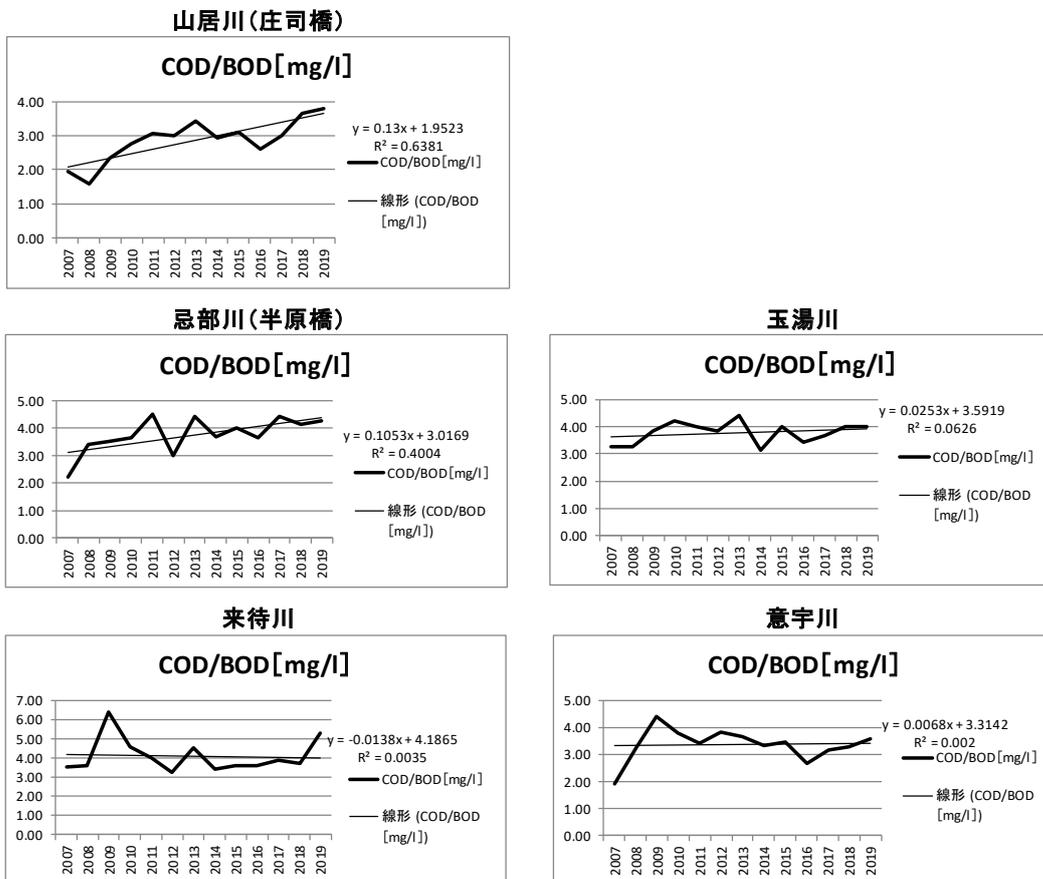


図 13：代表河川の COD/BOD

## 7 まとめ

1991年～2019年の約30年間における代表河川について、宍道湖・中海に注ぐ松江市内の河川の水質の推移とその特徴について考察した。

(1)河川の水質は下水道普及率の進捗に追随しその指標の改善が大幅に進んだ

松江市の下水道普及率は、1998年の64.9%から2006年に90%を超えるまで大幅に改善された。河川の水質(BOD、COD、T-N、T-P)の改善傾向は、松江市の下水道普及率の進捗に追随し2007年度までが特に大きく、下水道普及率が90%を超えた2007年以降では、田園を流れる河川における水質は概ね横ばいである。

(2)下水道整備後(2007～2019)の水質の特徴

田園を流れる河川のBODは、2007年には既に測定限界値の0.5～1.0mg/L程度まで改善しその後は横ばいであるのに反し、CODは2.0～4.0mg/L程度で、近年は横ばいなし微増傾向にあり、高止まりをしている。

COD/BODをみると、1991年当時1～2程度に対し、近年は概ね3～4でCOD/BODの乖離が大きくなる傾向にある。

(3)さらなる水質改善にむけて

- ・COD/BODの乖離傾向は、難分解性有機物の増加を示唆していると考えられるのではないかな。
- ・河川の水質の指標はBODのみならずCOD、TOCの測定が有効ではないかな。
- ・さらなる水質改善にはCOD、TOC値の指標が大きく役立つのではないかな。

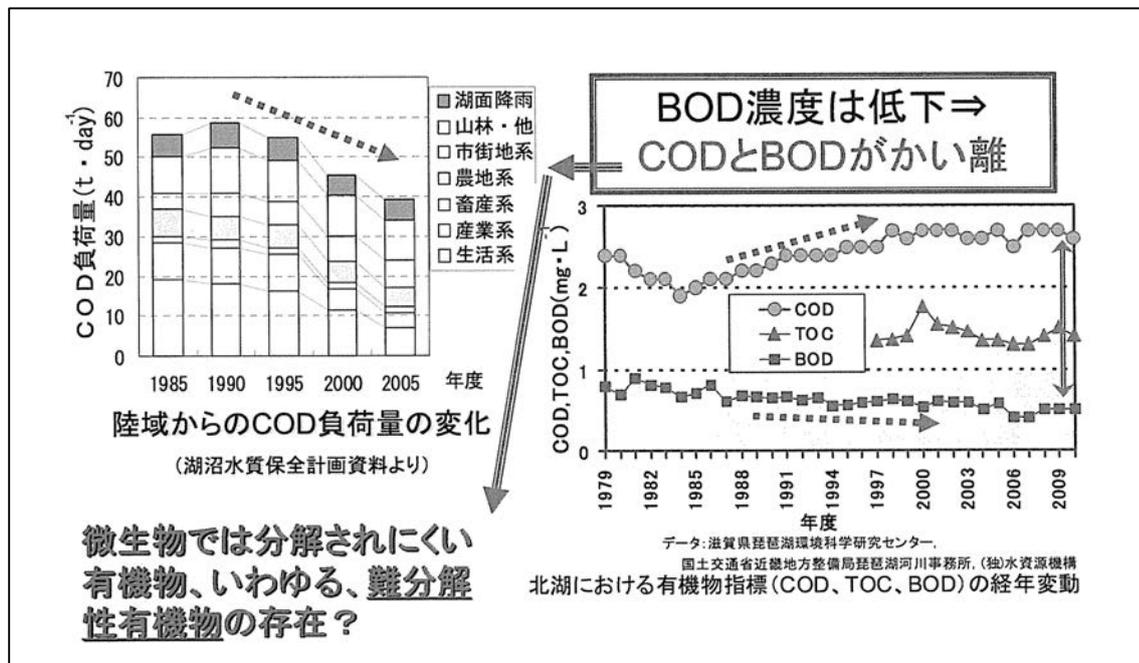
### 【難分解性有機物】の定義

【「水質汚濁メカニズムの解明に関する政策課題研究-難分解性を考慮した琵琶湖における有機物の現状と課題-」滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告 第7号】では、難分解性有機物とは「微生物では分解されにくい有機物」としている。したがって、有機物のうち自然の浄化作用をもって分解されない、または分解されるまでに長期間要する物質と言える。

難分解性有機物を表す定まった指標はないが、「琵琶湖における今後の有機物管理指標についての考察-滋賀県琵琶湖環境科学研究センター研究報告書」では、便宜的かつ簡易に「TOC-BOD-c」を新たに難分解性TOCと定義してはどうかと提案されている。(BOD-c:生物化学的酸素要求量BODの炭素量への換算値)

## 補足・・難分解性有機物に関する参考文献

○【「水質汚濁メカニズムの解明に関する政策課題研究-難分解性を考慮した琵琶湖における有機物の現状と課題-」滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 研究報告 第7号】



○【「難分解性有機物の実態把握を目的とした長期分解性調査」平成22年度愛知県環境調査センター研究発表】

「河川のBODとCODはともに減少しているが、BODに比べCODの減少割合は低い。また三河湾のCODが1990年度から上昇し始め、1997年度からほぼ横ばいを推移している。さらにCOD/BODの推移を見ると1991年度以降はBODに対しCODの上昇が顕著である。これは微生物の異化等、自然浄化を受けにくい難分解性有機物が相対的に増加していることを意味する。」

○【「八代海流入河川の難分解性有機物」熊本県保健環境科学研究所】

「経年的なBODの減少にくらべ、CODの減少が少ないことを意味しており、有機物を生物学的に分解するBODに比べ、化学的に分解を行うCODの方が強い酸化力であることを考慮すると、有機物質中の易分解性有機物の割合が減り、難分解性有機物の割合が増加していることが示唆される。」

「COD/BOD値が、1～4程度」

○【環境儀N0.13 JULY 2004(独法人)国立環境研究所】

「1960～70年代頃には水質悪化が問題視されました。その後さまざまな浄化対策が行われてきたため、最近では琵琶湖に流入する汚濁負荷量はあまり増えていなかったのです。ところがここに来てCODだけが増加し始めてきたというのです。CODは有機物の全量を表す指標です。一方、易分解性(分解しやすい)有機物の量を表すBODは横ばいか低減傾向でした。-----」

# 「出雲文化と庭園」・・・出雲文化伝承館の建設にまつわる人々

島根県技術士会 伊藤幹郎

## 1. はじめに

「出雲流庭園」という言葉やその特徴・魅力については、すでに庭園文化研究分科会のメンバーによる研究報告、新聞記事などで周知のところとなっている。しかし、まだ「出雲流庭園」という表現が一般化されていない頃にその表現を使って整備された出雲文化伝承館について、改めて考えてみたい。出雲文化伝承館は、豪農屋敷（民家）と庭園の移築、松平不昧公の独楽庵と路地の復元及び数寄屋建築の待合などからなっているが、整備されてから既に30年が過ぎている。特に、この事業の中心人物であり、「出雲文化と庭園」への深い思いをもっておられた直良光洋元出雲市長、藤間亨元出雲文化伝承館館長、中村昌生元京都繊維工芸大学名誉教授のご三方の先生は、近年お亡くなりになっている。当時関係した者の一人として、その建設の経緯や先生方の思いを少しでも今に伝えることができれば幸いである。



週報いずも No1759 平成3(1991). 9.19 より

### ○開館時の施設概要

主屋・長屋門・付属施設

160坪

そば処 60坪

展示棟 60坪

出雲流庭園 430坪

独楽庵・庭園 400坪

築地松(90本)

駐車場(普通車70台、バス3台)

### ○開館時の事業費 1,354,580千円

用地費 225,022千円

造成費 130,384千円

本工事費ほか 1,001,052千円

## 2. 江角家（出雲豪農屋敷）移築当時の状況

出雲文化伝承館に主屋と庭園を移築した坂田江角家の起源は、出雲国秋鹿郡江角村で、幕末に郡役人を勤めたと言われる。灘分の江角家の分家にあたり、明治の新田開発で財をなし、町長などの公職を勤め、戦前には178町歩(ha)の水田を保有する島根県で8番目の大地主でした。移築した住宅は、明治29年の建築とされ、敷地は6千坪。屋根は入母屋、棧瓦葺、書院・二の間は10畳、築地松を巡らせた上層農家の屋敷構えを伝えている。庭園には御影石の短冊石、飛び石、灯笼と手水鉢、白土壁の塀などがあり、枯山水式庭園である。主屋と長屋門、付属建物及び出雲風庭園は、昭和62年に出雲市にご寄贈をいただいた。当主の江角昇氏は、元クラレの専務である。

一方、原鹿の江角家は、現在、旧斐川町において整備され、「原鹿の旧豪農屋敷」として、一般公開されている。戦前は、186.5町歩の農地を保有し、島根県内で7番目の大地主であった。住宅は、水害を受けた後に明治30年に現在地に建てられたもので、庭

園は、築地松に囲まれた屋敷の南西にL型に配置された典型的な出雲風の枯山水式庭園である。大正時代に作られた「水琴窟」もある。



⑥庭園内の茶室（当時）

移築前の豪農屋敷と庭園(坂田江角家；写真①～⑧)と原鹿江角家；写真⑨～⑩)  
昭和61年(1986)筆者撮影

### 3. 島根県の庭園における文化財指定の状況

指定文化財としての庭園は、分類上は国の名勝、県の登録記念物の範疇にある。庭園は、建造物（寝殿造り・書院造り・数寄屋造りなどの寺院や民家など）と切り離せないところがあり、常時の管理や文化財としての評価や検証が難しい面がある。

一方で、島根県の庭園は、米国の「The Journal of Japanese Gardening」のランク付けや「日本の庭100選」などに選定されているものも多くある。庭園に関する国民的な関心も高くなっている中ではあるが、島根県の指定文化財の庭園は少なく、指定状況は下記のとおりである。

#### <国指定文化財 名勝（庭園）>

- ・萬福寺庭園・医光寺庭園（益田市、S3.3.28、伝雪舟作）
- ・菅田庵（松江市、S3.2.7、松江藩家老有澤家の山荘）
- ・旧堀氏庭園（津和野町、H7.7.14） ※
- ・櫻井氏庭園（奥出雲町、H29.10.13）

#### <島根県登録記念物（庭園）>

- ・亀井氏庭園（津和野町、H20.7.28 明治33年作庭）
- ・田中氏庭園（津和野町、H25.8.1 明治19年作庭）
- ・財間氏庭園（津和野町、H25.8.1 明治32年作庭か）
- ・椿氏庭園（津和野町、H25.8.1 嘉永6年頃作庭か）
- ・岡崎氏庭園（津和野町、H25.8.1 嘉永6年頃作庭か）
- ・絲原氏庭園（奥出雲町、H30.10.15 大正末期作庭）



※ 旧堀氏庭園  
昭和62年（指定前）筆者撮影

島根県の指定文化財としての庭園は、昭和3年に国の名勝として指定された万福寺と医光寺の庭園及び菅田庵のみで、名勝として指定された旧堀氏庭園、櫻井氏庭園の国指定は近年のことである。また、民家の庭園が島根県登録記念物の指定をされたのは、平成20年以降となっている。

島根県指定文化財（建造物）のうち民家の指定の現状は、別表1のとおりである。出雲市を例にとると、民家の文化財指定は、昭和35年からの永らく「山田家旧宅（本陣）」の1件のみであった。島根県においても民家を文化財として評価されるようになったのは、昭和60年頃からであり、庭園に関してもやっと文化財としての保全が意識され始めたところである。

出雲流庭園や築地松は、出雲の風土と気質の中で育まれたものではあるが、それを保全し守っていくことは困難な時代を迎えている。地元業者からは庭の松や石組などを処分して、駐車場や舗装をするように頼まれることや樹木はできるだけ植えないということが多くなったという話を聞く。特に、最近では、新築の住宅には庇も縁側も庭もない、勾配屋根でないもの、ましてや新築住宅では、瓦屋根を見かけることが少なくなっている。果たして、我々は何を出雲の文化、出雲の心として、そしてどんな環境を次世代に継ぐべきなのか、考えさせられるところである。

一方で、全国的には文化財の活用が言われている。例えば、国宝・世界遺産の二条城では、普段は非公開の香雲亭を利用した庭園を眺めながらの朝食会が人気である。奈良県では、国の重要指定文化財である旧奈良監獄を高級ホテルとしての活用整備が検討されて

いる。いずれも民間とのコラボレーションであり、多くの人に文化財を知ってもらおうと同時に、施設管理を費用面からのサポートを期待しているものである。

出雲流庭園を過去のものとしてみるだけでなく、「現代版の『用』の庭として再生」という発想は重要だと考えている。それはまず、出雲流庭園の文化財的価値を見直して、その上で見る庭から活用する庭、出雲ならではの新しい価値、ライフスタイルを提言していくことかもしれない。出雲文化伝承館の場合も、今までも様々に活用がされてきているが、更に『用』による保全と情報発信が大切と言える。出雲流庭園の多くは、古民家といわれる個人所有の民家にあるが、オープンガーデンとしての取り組みなど新たな楽しみ方や支援を考える必要もある。

### 「島根県指定文化財（建造物）」における民家の指定状況（別表1）

1. 国指定重要文化財 (建造物のうち住宅) 7戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・堂面家住宅（吉賀町）・堀江家住宅（雲南市）</li> <li>・木幡家住宅（松江市）・桜井家住宅（奥出雲町）</li> <li>・熊谷家住宅（大田市）・億岐家住宅（隠岐の島町）</li> <li>・佐々木家住宅（隠岐の島町）</li> </ul>
2. 国指定史跡 2戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・西周旧宅（津和野町）・森鷗外旧宅（津和野町）</li> </ul>
3. 県指定文化財3戸 (建造物のうち住宅)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・藤間家住宅（出雲市大社町）（S63.8.18）</li> <li>・並河家住宅（安来市安来町）・櫻井家住宅（奥出雲町）</li> </ul>
4. 県指定民俗文財 1戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・旧日野家住宅（隠岐の島町五箇村）</li> </ul>
5. 市指定文化財 (建造物のうち住宅) 11戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・塩見家住宅・田野家住宅（松江市）</li> <li>・金藤家住宅・原本家住宅（安来市）</li> <li>・山田家住宅（S35.12）・出雲屋敷（旧江角家 H9.4）</li> <li>・原鹿の豪農屋敷（旧江角家 H13.1）</li> <li>・山崎家住宅（邑南町）・竹原家住宅（津和野町）</li> <li>・村上家住宅（海士町）・北尾家住宅（安来市）</li> </ul>
6. 町指定史跡 1戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・岡熊臣旧宅（津和野町）</li> </ul>
7. 登録有形文化財 (建造物のうち住宅) 31戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・村松家住宅（松江市）・角家住宅・奥野本家住宅</li> <li>・奥野省吾家住宅・山本家住宅（安来市）</li> <li>・石橋家住宅（H22.5）・酒持田本店店舗兼主屋（H29.6）</li> <li>・常松家住宅（H31.3）・上野家住宅（H31.3）（出雲市）</li> <li>・絲原家住宅（奥出雲町）・稲積家住宅（邑南町）</li> <li>・藤田家住宅・藤田佳宏家住宅・中村家住宅・山下家住宅</li> <li>・中村家住宅・藤代酒店店舗兼主屋（江津市）</li> <li>・島田家住宅・旧美濃地家住宅（益田市）</li> <li>・藤井家住宅・下森酒造場店舗兼主屋・弥重家住宅・財間家住宅</li> <li>・橋本酒造場店舗兼主屋・華泉酒店店舗兼主屋・古橋酒造場店舗兼主屋</li> <li>・俵種苗店店舗兼主屋・ささや呉服店店舗兼主屋・河田家住宅・河田商店店舗兼主屋・分銅屋店舗兼主屋（津和野町）</li> </ul>
8. 無指定・公開 7戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山本家住宅（出雲市）・旧藤原家住宅（奥出雲町）</li> <li>・前川家住宅（美郷町）・堀家住宅（津和野町）</li> <li>・亀井家住宅（津和野町）</li> <li>・山根家住宅・美濃地家住宅（益田市）</li> </ul>
上記資料は、「島根県の民家」を参考に2020年現在で修正。	

#### 4. 出雲文化伝承館建設の経緯と3氏の思い

##### ○直良光洋氏

故直良氏は、旧出雲市長、三斎流の茶人であった。行政マンとしての現在の出雲市の基盤づくりをされた方であると同時に出雲文化（庭園）の遡及・継承に尽力された人である。

一例を紹介すると、旧島根県立中央病院駐車場の拡張工事のため、庭園（「福寿園」；重森完途氏の設計）がなくなるという話から、氏が出雲市立図書館建設に合わせ庭園の移築を提案し、庭園の再生をされたことがある。

また、出雲文化伝承館の移築事業に対する当時の直良市長の気持ちを代弁している市の広報を紹介すると、

「この建設計画に対しては、もっと他のことを先にして欲しい。と思う人がいるかもしれませんが、絵や絵画を楽しみ、自然や花に心を和ませ、庭を眺めながらのお茶でくつろぐ、そんな「内面の生活」も人間にとっては欠かせないものです。文化の伝承・充実にはそれなりのお金のかかるものであり、特に城下町でなく文化的なストックの乏しい出雲市ではより意識的な施策が必要であることを理解いただきたいと思います。」とある。市民へ率直な気持ちを伝えている。

##### ○藤間 亨氏

故藤間氏は、出雲文化伝承館初代館長、表千家同門会元支部長であった。「松平不昧公について」等の講演多数、著作に「格式と伝統、出雲の御本陣（2009.3）」があり、自宅の藤間家（大社町）は、県指定文化財（建造物）である。独楽庵の絵図をはじめ、多くの古文書・歴史的資料を所有されている。

昭和62年度に設置した（仮称）出雲豪農屋敷記念館検討委員会では、主屋北側や東側の空間をどのように利用していくのが課題となった。検討委員会では、藤間氏から独楽庵の彩色のある絵図を示され、これの復元はどうかという提案があり、直良市長と二人で、中村先生に相談された



出雲市立中央図書館と福寿園  
S59(1984)当時筆者撮影



H3(1989) 出雲文伝承館  
開館準備の様子

経緯があった。検討委員会では、北側は独楽庵の復元、東側は、古代出雲の文化を示す常設展示と企画展示室という基本方針が決定された。

出雲文化伝承館は、計画・着工から完成まで、昭和62年(1987)から平成3年(1991)の4年半かかっているが、藤間氏の指導なしでは実現しなかったと言える。独楽庵と露地の付属工作物の復元は、中村先生の高い見識と経験による設計であったが、独楽庵の絵図だけでは、庭の植物・樹種や石組みについては、よくわからないものであった。不昧公の大崎園の記録からは、「江戸だけれども京風、上方風に造った」とあるので、それを念頭におき、庭の植物・樹種や石組みは、山陰という場所であることも考慮しながら、京都景画

(造園設計)の木村孝雄氏と地元の造園会社の持田氏と藤間先生に相談して進めてもらった。

また、企画展示においては、小さくても本物の展示、国宝クラスの展示も可能にするための設計、湿度管理の空調やミュージアムガラスの展示台など、今では当たり前であるが、藤間氏の助言を受けて進めた。オープン記念には、藤間氏のご努力があつて「松平不昧公と大徳寺孤蓬案展」が企画され、国宝喜左衛門井戸茶碗」をはじめとする展示が実現できた。藤間氏の出雲文化に対する思いは、出雲文化伝承館の館長をされていた平成21年(2009)に著作された「出雲の本陣」(出雲市民文庫の最終刊)に集大成されている。

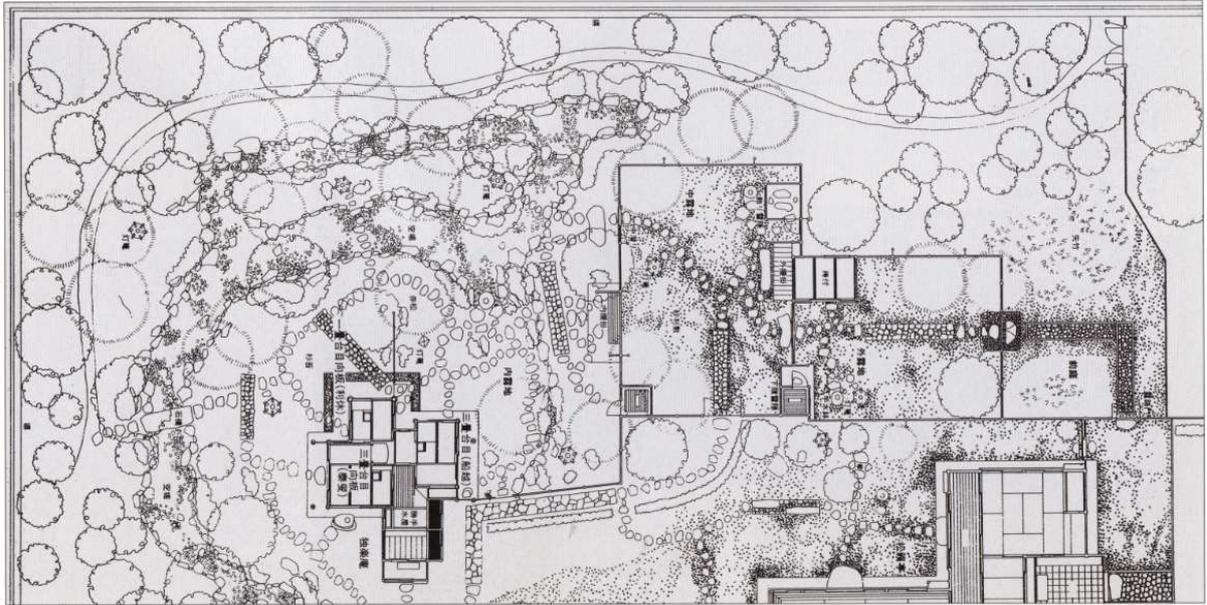
S62年度(1987)	S63年度(1988)	H1年度(1989)	H2年度(1990)	H3年度(1991)
基本計画作成 (検討委員会)	5月樹木根回し 造成工事	江角邸解体移築・庭園移築・展示棟工事		☆9/20 開館
用地・造成測量設計	基本・実施設計	管理棟工事	開館準備	
	展示設計	独楽庵・露地復元	待合棟工事	
			展示工事	

### ○中村昌生氏

故中村氏は、茶室、数寄屋建築研究の第一人者、京都工芸繊維大学名誉教授であった。氏は、公益財団法人香雪美術館の元顧問や宮内庁の桂離宮整備懇談会委員などを歴任され、1978年には伝統的木造建築の保存や継承を目的にした「京都伝統建築技術協会」を設立し、1992年から理事長。中之島香雪美術館(大阪市北区)の茶室「中之島玄庵(げんなん)」の再現を監修、パリ・ギメ美術館茶室など国内外各地の茶室を設計されている。



独楽庵の茶室は、松平不昧公が心血を注いで建設した大崎園の一部を復元するものであり、広大な大崎園の中核は、独楽案の一画である。不昧公は、千利休の遺構と伝える独楽庵を家宝として十分な保護を加えていたと言われる。こうした独楽案の一画を古図によって復元することの意義は、極めて大きい。独楽庵の復元は、利休の遺構(宇治の田原に造った一畳台目の茶室)を中心に、船越伊予守の茶室(武家の茶室)と泰叟好みの茶室(裏千家六世)を組み合わせた一棟とその周辺の露地(内露地、中露地、外露地の三関三露)が見どころとなっている。特に、独楽庵は、既に失われた建物を復元する点にあり、しかもその中核となる利休の遺構も船越伊予の茶室も、不昧公当時は、既に年代を経ていたもので、その再現には古材の活用若しくは古調を蘇らせる技法が伴わなければならないこと。「広間・寄付棟」といえども、復元施設と違和感を表すものであつてはならないことなどの課題に対して、応えることのできる必要があつた。数寄屋建築は、同一の設計でも、それを手掛ける大工によって、出来栄は変わってくるものである。安井奎工務店(桂離宮の解体修理など多数の実績)が選ばれたのは、将来の文化財となりうるような域に完成させるためには、経験豊かな優れた施工者の職人チームを持ち、文化庁においても技術的評価を受けている工務店にゆだねるためであつた。また、出雲出身の大工も数人おられ、出雲地方との縁もあつた。



特集；復元ロマン 伝統の継承 4 独楽庵と三関三露の復元 対談中村昌生 VS 内井昭蔵

INAX REPORT No112 より、図面複写

## 5. 出雲流庭園を育んだ風土

藤間氏によれば、「武家（藩主）の時代は、築庭は、贅沢禁止に抵触する最たるのもので、御本陣で藩主のみのお慰みとして、特別に坪庭程度で植栽に灯籠や僅かの配石が許可されたようである。阿井の櫻井家は、七代藩主治郷御成りの際に許されており、特別の例と言える。したがって、庶民の庭園は、明治時代に移って地主謳歌時代以降からである。このころから、大型庭園の築庭が流行する。更に、全国に旅館ができること普及した。」と言及されている。したがって、出雲流庭園は、明治になり、新田開発に伴って、出雲独特の築地松を備えた散居村集落が形成される中で、豪農は書院造りの住宅と庭園を造り、そのデザインが出雲の風土と出雲人の気性にマッチして、庶民の住宅や庭に取り入れられたことが、一定の様式を生むことになったと考えられる。出雲の風土により育まれた黒松を主体とする防風機能を備えた屋敷森であるが、「出雲平野における築地松分布と卓越風向」を調査した林正久（島根大学地教育学部理学教室）によると、特に冬の西風の風速は、斐川町の方が松江市より平均1m/sほど大きく、草屋根に雨戸といった伝統的な出雲の家屋では、冬の季節風による隙間風、雨雪の吹き込みに対策であるとしている。聞き取りによっても、築地松の保存を希望する人は、第一に防風、第二に景観としている。卓越風を対策の築地松が囲む空間であるからこそ、出雲流庭園が、平庭枯山水式、砂敷き、樹木は常緑樹主体で、密に植えてないことなどの特徴に繋がっていると考えられる。

出雲流庭園度の指標として、①庭の配置 ②基本的な構造 ③茶道の要素 ④飛び石の特徴⑤石組み・灯籠 ⑥庭木の特徴 ⑦建物周りの特徴の7つが挙げられている。出雲流庭園のデザインを見ると地主階級の茶道文化の影響や伝搬は、少なからずあったとみられる。例えば、境港市の庄司家の庭園では、出雲流庭園の特徴をいくつか見てとれる。出雲流庭園にみられる石灯籠やつくばいがあることは、出雲地方のお茶文化が庶民の間に深く根差していることから容易に理解できる。石燈籠は、茶庭、露地の灯りとして取り入れ

ることが多いが、出雲流庭園では、むしろ立石の石組みに見られるような点景をつくるための装飾的なものとして配置されているようである。庭園の中には、来待石の燈籠を見ることがもできる。



庄司家の庭園 (昭和 62 年頃 筆者撮影)

石灯籠は、大きく分けて①春日灯籠、②雪見燈籠、③織部灯籠があるが、来待燈籠は、俗に人と同じ長さと言われる寿命もあり、築庭が激減している中で、見かけることが少なくなりつつある。来待石材に代表される地域の特色ある材料が使われなくなり、職人が支える文化が少なくなるのは、寂しいことである。少なくとも伝統的な材料や作品について、その良さや歴史を伝えていくことは出雲文化を考える視点で、大切なことと考える。

## 6. 出雲文化伝承館の建設の思いを繋ぐ

ここまで出雲文化伝承館の建設、出雲流庭園に触れながら、直良氏、藤間氏、中村氏の3氏の思いについても触れてきたが、その中心にあるものは、

- 第一に「出雲、島根の貴重な庭園、文化財としての再評価を」  
→ 学術的評価の重要性
- 第二に、「出雲人が育んできたお茶の心に代表される文化を次世代に」  
→ 出雲地方の豊かさ、ゆとりを再発見
- 第三に、「出雲に住む人々が、出雲の庭園文化を知り、自信と誇りを」  
→ 遡及と新価値の創造

ではないかと感じている。

最後に、改めて、直良氏、藤間氏、中村氏のご功績と出雲文化に対する深いご見識に敬意を表したい。

# 勝部家庭園について

庭園文化研究分科会 宇野 真一

## 1. 出雲流庭園

日本庭園では石組や池泉によって神仙思想、蓬莱思想、極楽浄土、深山幽谷、名所（縮景）などが表現される。大袈裟に言えば理想世界を造り出そうとする試みであり、長寿や子孫繁栄の願いを込めて鶴亀石や陰陽石が置かれることも多い。石組は庭園デザインの要となる存在である。

しかし、出雲流庭園は石組の存在感が希薄で、敷砂が水を表現することもない。ある意味、伝統的な作庭手法からは外れた庭である。園路に変化を持たせる目的で短冊石を使うことはあるが、巨大な短冊石が座敷正面に置かれている庭は出雲でしか見られない。茶室の有無に関係なく蹲踞が置かれているのも出雲流の特徴で、総じて露地庭（茶庭）の趣が強い。

このような庭を出雲流庭園と命名したのは小口・戸田両氏で、そのいきさつが著書「出雲流庭園—歴史と造形」に書かれている。玄丹流庭園の調査に島根を訪れ独自の作庭様式を確認できたが、当地では玄丹流という言葉をほとんど耳にしなかった。沢玄丹は実在が確認できないこともあり玄丹流を出雲流に改めたとのことである。

出雲流に特徴的な作庭手法は有澤山荘・菅田庵がルーツとされる。確かに京風とは異なる飛石の据え方や手水鉢のデザインなど菅田庵を手本にしたと思われる庭は松江や出雲に多い。しかし、斐川平野を中心に拡がりを見せる出雲流庭園は定型化した地割（平面プラン）も特徴のひとつであり、これは菅田庵に由来するものではない。



図 1. 菅田庵（向月亭）の延段



図 2. 菅田庵（御風呂屋）の手水鉢

## 2. 出雲流庭園の分類

菅田庵が造られてから 230 年近く経つ。この間の社会変動は激しく庭園オーナーの顔ぶれも様変わりしている。作庭手法の共通性に着目して出雲流庭園と総称されるが、すべてが同じように造られた庭でもない。私は出雲流庭園を 3 区分して捉えている。

表 1. 出雲流庭園の分類（私案）

分類	プレ出雲流	出雲流典型	出雲流一般
オーナー	本陣・寺社など	豪農	一般農家
特徴	庭園の構成・印象はそれぞれ異なるが、作庭手法に部分的な共通点が見られる	敷地南西・L字型で広大な庭、巨大な短冊石や駕籠石が印象的だが、石組は控えめ	敷地の南西または南側に設けられる、共通性が極めて高く、滝石組や巨大な立石がある
作庭時期	18 世紀末～明治初期？ <b>約 100 年</b>	明治 30 年代～戦前 <b>約 50 年</b>	戦後～（ピークは高度経済成長期からバブル期） <b>約 80 年</b>

菅田庵に始まり明治初期までに造られた庭のうち、後世の出雲流に影響を与えたと考えられる庭をプレ出雲流とした。プレ出雲流には玄丹流庭園や本陣の庭の多くが含まれ、同時期に造られていても出雲流との類似性が少ない木幡山荘庭園や一畑薬師書院庭園などは含まない。

次いで江角家庭園（出雲文化伝承館、原鹿豪農屋敷）に代表される短冊石・駕籠石・天水が印象的な庭を出雲流典型とした。これ以降の出雲流庭園は定型化した地割を持つ。最後が斐川平野に多く存在する一般農家の庭で、これを出雲流一般とした。



図 3. 木佐家庭園（平田本陣記念館）

プレ出雲流



図 4. 江角家庭園（出雲文化伝承館）

出雲流典型

### 3. 勝部家庭園の謎

うまく分類できない庭が勝部家庭園である。「出雲流庭園－歴史と造形」が紹介している勝部家の庭は出雲流典型の特徴を備えているが、勝部家に残されているエピソードと本に掲載されている庭の様子と整合しないのである。

勝部家庭園の作庭時期は判らないが、小口・戸田両氏が調査に訪れた（昭和48年頃）庭と不昧が訪れた庭が同じものとは考えられない。残念ながらこれまで勝部家の庭を拝見する機会はなく、これ以上のことは不明である。

出雲文化伝承館で行われた庭園講座でこのような話をしたところ、講座終了後に副館長から「江戸時代にあった勝部家庭園は今ある庭園とは全く別のものです」と声がかかり、後日、絵図と家宅図の写真を送って頂いた。絵図に描かれていたのは建物と広大な庭だけではなく、敷地の四周を水路が巡り、園内の池で舟遊びができるという想像を絶するものだった。

勝部家は永和年間（1615～1624）には現在地に居を構えていたとされ、当主は代々勝部本右衛門と称している。勝部家当主は和歌・書画・茶道を嗜む一流の文化人でもあり、四代・実勝と五代・朝矩（ともりのり）は池大雅と、六代・尚賢（なおかた）と七代・栄忠（しげただ）は風外本高と交流があった。不昧（生没 1751～1818年、藩主 1767～1806年）と同時代の当主は五代・朝矩（不昧より13歳年長）と六代・尚賢になる。不昧はたびたび勝部家を訪れ、この屋敷を茂松軒と名付け、茶室・不審庵の建築を指示し、兜形灯籠と濡鷲灯籠を送ったなど多くのエピソードを残している。作庭は不昧お抱え庭師・沢玄丹によるものとされる。

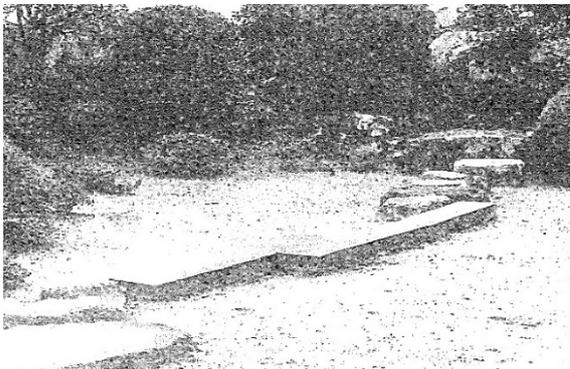


図 5. 勝部家庭園（昭和 48 年頃）



図 6. 茂松軒勝部邸宅之図（明治 13 年）

#### 4. 家宅図からの推察

家宅図が木造建築のモジュールを正確に表現していれば屋敷全体（建物・庭・敷地等）のサイズもおおよそ見当がつくと考えて画像をトレースしてみた。1間=6尺5寸（約1970mm）として半間（985mm）のメッシュを家宅図に当て嵌めると部屋割りの線とよく整合する。家宅図の描写はかなり正確であると判断できた。

次は敷地である。当時は1町=360尺が長さの基本単位となるので360の整数比で家宅図と重なる尺寸法を敷地の大きさとした。結果、東西方向は450尺でほぼ一致、水路は15尺で描かれている。家宅図は北側が切れているため南北方向は絵図を睨みながらの推測となったが270~300尺と判断できた。

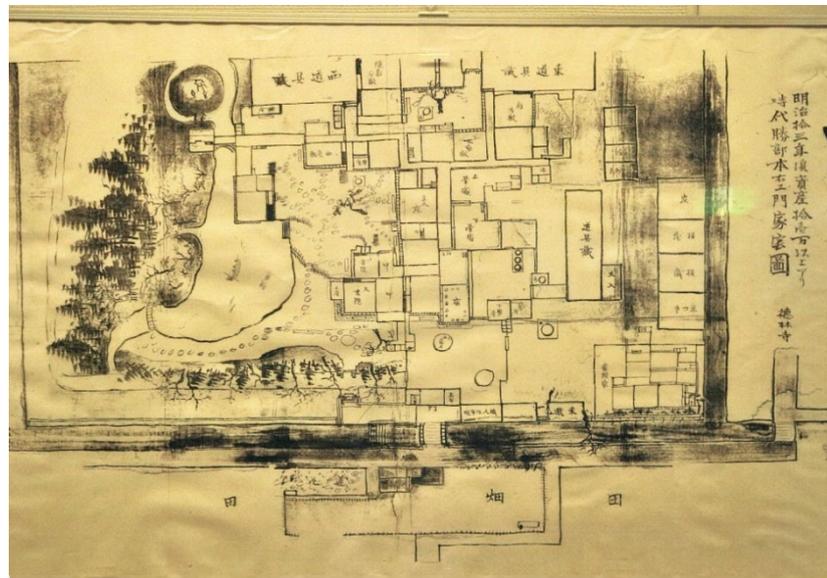


図 7. 勝部本右衛門家宅図  
(明治13年)

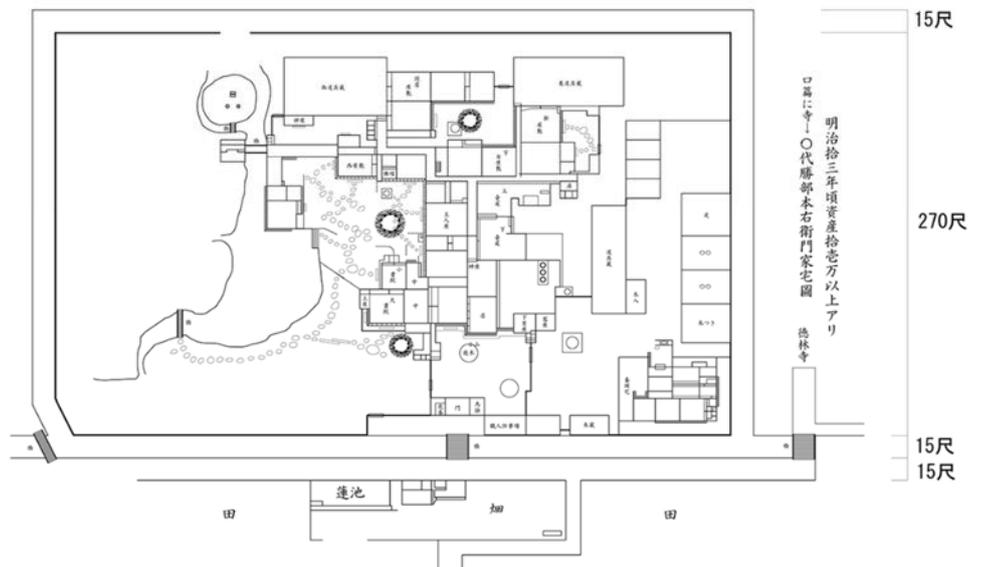


図 8. トレース図

推測ついでに現在の写真（Google map）に 450 尺×270 尺のフレームを重ねてみた。六代・尚賢は風外本高のために屋敷の東隣に徳林寺を建てている。徳林寺は明治 13 年の家宅図にも記載があり、明治 32 年の地図では当該地と思しき場所に地図記号（卍）が落ちている。現在は廃寺となっているが現勝部家の東側にある墓地近辺が徳林寺跡と推定した。

450 尺×270 尺のフレームは現地形とも整合している。意外と正解に近いのかもしれない。



図 9. 今市 1/50000 地図  
（明治 32 年）



図 10. 敷地推定図  
（Google map）

## 5. 出雲流庭園の地割

家宅図をトレースしながら勝部家庭園と出雲流庭園の地割が共通していることに気づいた。門の真正面に玄関があり、門から玄関までの通路と庭は塀で仕切られ、通路から庭に入るための中門があり、庭は座敷（勝部家では書院）の南西に広がっている。サイズを推測できる精度は持たないものの家宅図には飛石や竹垣も描かれている。中でも目を惹くのは書院の南に大きく描かれた駕籠石？と、その先にある短冊石？である。短冊石は延段の可能性もあるが、いずれにしても門から書院までの構成は出雲流庭園そのものである。江角家庭園に代表される出雲流の地割（の特徴）は、そのひな形が勝部家庭園にあると判断して良いのではないだろうか。

家宅図が描く庭に石組の類は見当たらない。本来、石組は庭を構成する要であり飛石を描いて石組を省略することは不自然である。実際に要となるような石組が無かったのか重要視されていなかったのかは不明だが、出雲流庭園（特に出雲流典型）の石組への扱いに通じる気もする。出雲流の庭ではあまり見かけない枯流れが江角家庭園（出雲文化伝承館）にあることも長年の疑問だったのだが（他では本高見家庭園にある）、伝承館の庭は勝部家をイメージして造られた庭である可能性もでてきたように思う。

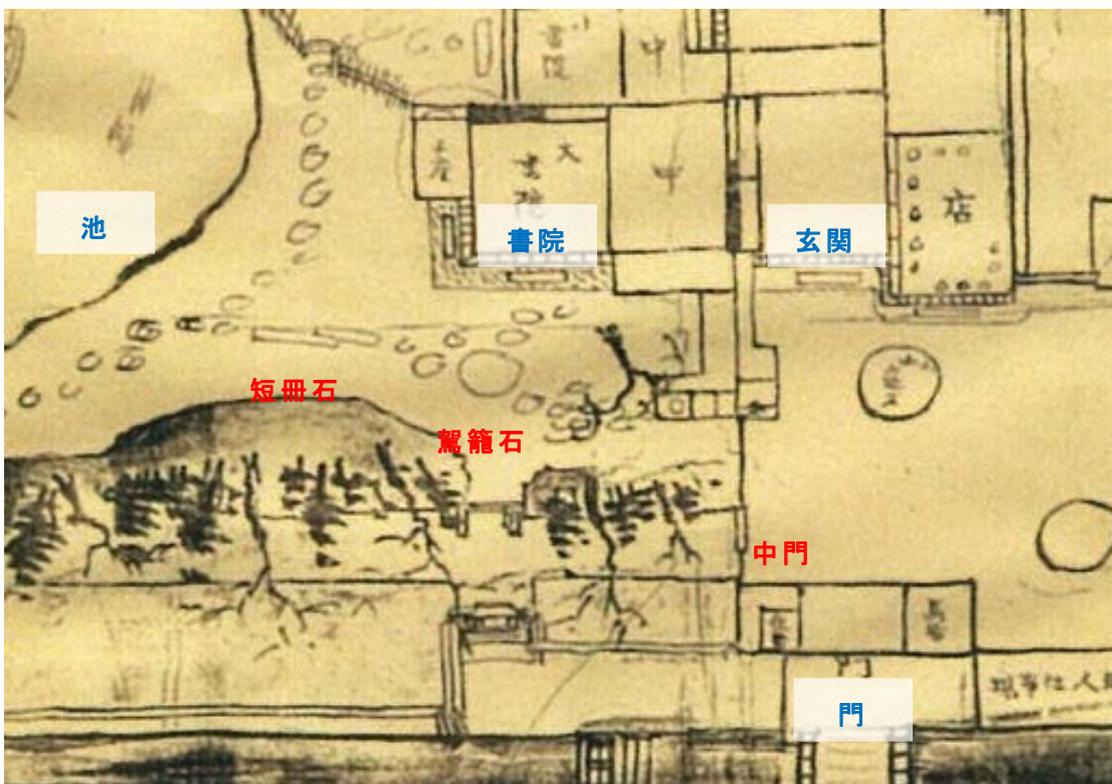


図 11. 家宅図（部分拡大）

## 6. 補遺

(勝部本右衛門氏の庭園に就て)

文末に庭園研究誌所蔵と書かれた表記タイトルの一文があり、そこには勝部家庭園は沢玄丹が作庭したものを明治初年に1/5に縮小している。以前の庭は池があり池畔に水亭を備えていて水繪園とも称されていたと書かれている。(縮小後の)勝部家庭園については、庭石や石灯籠は昔ながらのまま現存しており不昧公から拝領した兜形灯籠・濡鷲灯籠は徳川時代の石造美術の優秀品である、茶室・不審庵は不昧公親しく指示の下に建築せられたものである、同庵の庭にある手水鉢は昔日、朝鮮より渡来せる寶篋印塔の笠を用いて作られた珍しい形状のものである、池大雅、不昧公、貫名海屋、風外等の愛好したといわれる楊貴妃櫻は尚この庭に残されているとあり、最後、この庭は自然石の天水鉢を庭の主石として構図された稀なものであり、庭園研究の権威龍居松之助氏もいたく推奨しているという一文で結ばれている。

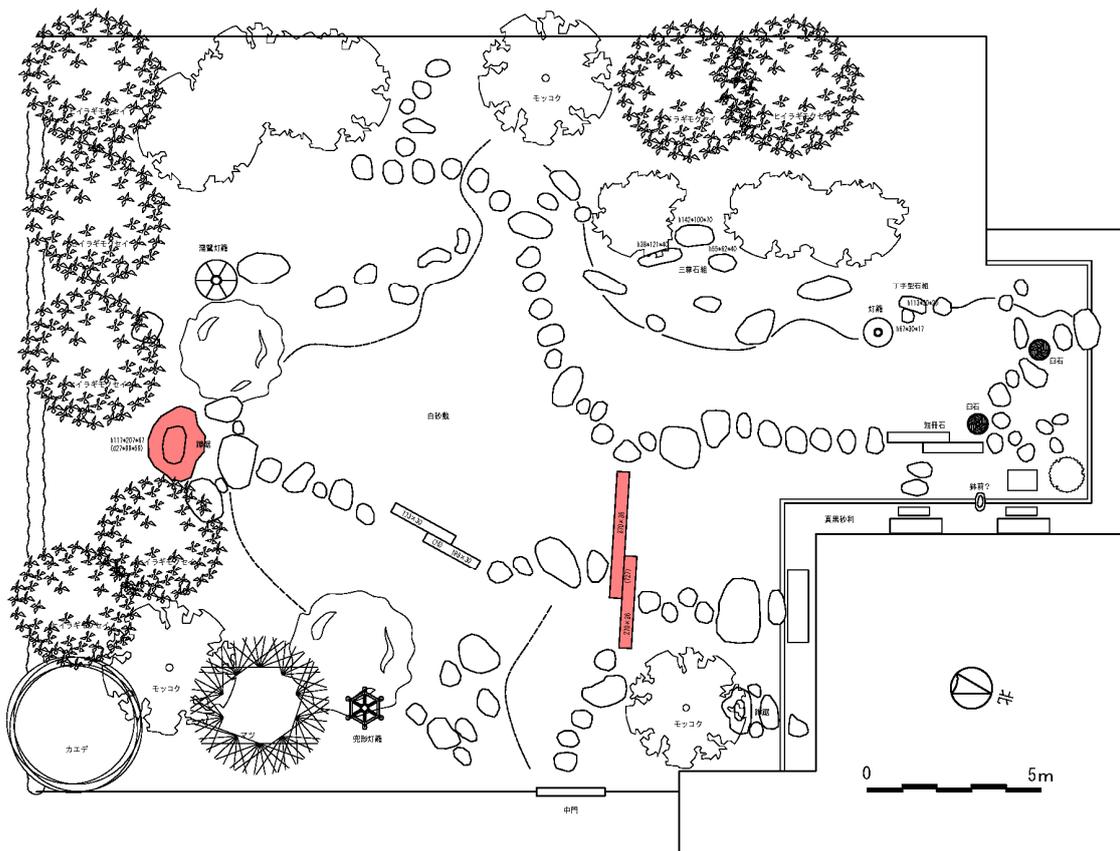


図. 12 勝部家庭園 (昭和 48 年頃)

「出雲流庭園－歴史と造形」の平面図を加筆修正

(家宅図の書院と上座)

勝部家の大書院は南が庭、北が床の間となっている。座敷西側の上座と記された場所は上段の間と同じ。不昧公など貴人のために設けられた席で、上座の客は東を向いて座ることになる。

一般的な座敷のルールでは主客は床の前を背にして座る。床の間が北なら主客は南向きに座るのだが、出雲では床の間が北にあっても主客の席は西側で東向きに座る。

勝部家に倣ったのか偶然の一致なのかは不明だが、興味深い。



図 13. 家宅図 (書院部分のみ拡大)

(木造建築のモジュール)

間 (けん) は柱間 (はしらま・スパン) の数を表す言葉で長さの単位ではなかった。寺社の大きさを〇間×〇間で表すのはその名残で、出雲大社であれば2間×2間と表記する。床に畳を敷き詰めるようになると畳の寸法が規格化され、それに合わせて柱間寸法も標準化されていく。その基本単位が1間となるが実際の長さは地域によって異なる。明治の度量衡法が1間=6尺としたのは関東で主に使われていた寸法だったからで、西日本は1間=6尺3寸や1間=6尺5寸とするところが多かった。山陰は1間=6尺5寸が(かつての)スタンダードである。

(貫名海屋・菘翁 1778~1863)

江戸時代後期の儒学者・書家・文人画家

(風外、風外本高 1779~1847)

江戸時代後期の禅僧 (曹洞宗)。画僧

二十二歳の時に勝部尚賢と出会い、勝部家に残されていた池大雅の作品に触れたことが画道大成を決定づけたとされる。風外という名の禅僧・画僧は他にもいるため風外本高は“たこ風外”とも呼ばれる。落款の風の字が“たこ”に似ていたとのこと。

# 出雲流庭園の普及と現状

木佐幸佳

## 1. はじめに

出雲地方には「出雲流庭園」と呼ばれる独特な庭の造りかたが残っており、全国的にも珍しい。われわれの分科会でも10年ほど前から実際の状況を調査してきたが、確かに同じ形の庭づくりであることがわかった。

一方では、今後これらの庭の存続が危ぶまれるのではないかという声も聞いているため、出雲市斐川町の民家の庭づくりの普及を文献から見るとともに、現状がどうなっているのか一部を調査したので紹介する。

## 2. 庭に関する文献例

出雲地方の庭に関する記録はあまり残っておらず、庭づくりの様子を確認することが難しい。そのような中で数少ない文献から、庭の普及状況を追ってみた。

### 1) 龍居松之助の寄稿文『松江地方の庭園瞥見記』

龍居は大正から昭和初期にかけて活躍した庭園学界の権威者であるが、昭和4年に松江地方を訪れ、この地方の庭園を視察した感想を地元新聞に寄稿したと思われる文章が残っている。(当時の肩書は大日本庭園協会理事)

訪れた先として、松江市の菅田庵・高橋隆一郎・岡崎邸、出雲市の康国寺・勝部本右衛門邸の名前がある。

この地方の庭園の特徴として、次の点をあげている。

- ①不昧公の影響による茶庭と観賞庭を兼ねた庭となっている。
- ②地形を利用して眺望がよく、クロマツの高生垣（築地松）がある。
- ③庭木の主要なものは人工を加えて玉作りとしているが、厭味がない。
- ④灯籠は今一つだが、手水鉢の使い方は巧だ。
- ⑤飛石は立派で他地方ではあまり見られない。

そして、末尾には次のように記している。

「松江地方の庭園には多くの優れたる特色を有している。その特色を味わわずして、この地方の人が目新しい他国の庭園をまねることは愚の骨頂である。私の意見として庭園に自然と備わる地方色は大いに尊重すべきものであるが故に、造園家も鑑賞家も大いに自重してその地方の特色をより立派に仕立ててゆく責任があろうと思うのである」



写真-1 龍居松之助の寄稿文

これを読むと、この地方に当時から地方色豊かな庭づくりが寺や資産家の家では既に存在していたと思われる。

## 2) 「出雲流庭園—その造形と美学—」(小口基実、戸田芳樹 : S50 発行)

龍居松之助の寄稿文から約40年後、この本が発行されている。20代の若い造園家の小口・戸田が、戦後高度成長期の終わりごろのS46に旧家と呼ばれる民家など47庭園を調査して、出雲地方の風土や歴史、人間心理面から庭園を詳細に考察している。

その具体的な特徴を、次のように記載している。

- ①建物は南向きで、庭は南西部に作る。北西部に築地松を作る。
- ②建物の床面が高く、屋敷周りに白砂を敷く。
- ③飛石を中心とした庭で歩きやすく、平面構成が優れている。
- ④庭木のマツの手入れが細やかであり、古銅形灯籠が顕著に見られる。
- ⑤茶庭的要素の発達から中門額縁技法が見られる。

著者は江戸期作庭書に拠らないこの地方独自の庭園づくりに着目しており、この本で初めて「出雲流庭園」の言葉が使われている。

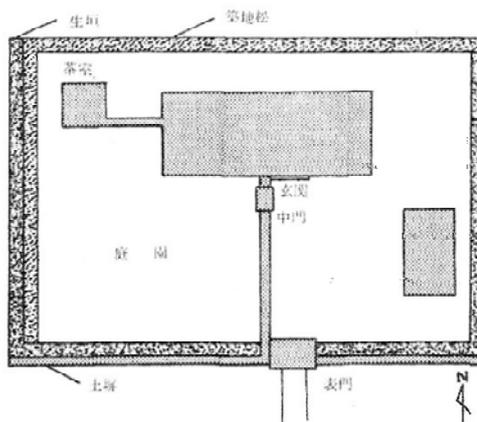


図-1 屋敷と庭の関係

## 3) 「ふるさと久木」(久木コミュニティセンター : H30 発行)

この本では久木地区(出雲市斐川町今在家・原鹿・福富・美南)の明治以降の暮らしの様子が述べられており、その中で「住環境」について、次のように書かれている。

「明治・大正時代に建てた一部の家を除いては、明治から昭和40年頃までの約百年の間、社会情勢なども厳しく、経済のゆとりのなさも災いして、ほとんど改築などできなかったと聞いている。(中略)

昭和34年から岩戸景気と言われる好景気になり、地方でも実感できるようになったのは40年頃であろう。・・・

一部分改造するより全体を立て替えたほうが、ということになって45年頃には母屋の建築ブームとなり、あちこちで建築の槌音が響き渡るようになった」

また、大きな水害が斐川町内ではS39、S47と発生して住民の生活に大きな影響が出たことも記載されている。

ここには庭に関する記述は見られない



写真-2 S47 豪雨災害の状況  
(出雲市斐川町荘原付近)

が、S40年代に暮らしの余裕が出てきた様子が書かれている。そのため、母屋の改築に合わせて何らかの庭づくりが行われたのではないかと推測された。

そこで斐川町に住む知人にこの当時の様子を聞いてみると、「会社勤めをする人が多くなって暮らしに余裕が出てきた」「このころ母屋を全面的に直した」「直した家は水害も影響しているのではないか」という話があった。

また、庭づくりについても、「家の改築に合わせて庭を現在の形にした」「もともと小さな庭はあったが、その後広げていった」との話があった。

#### 4) 直良市長の寄稿文『出雲流庭園の再認識』

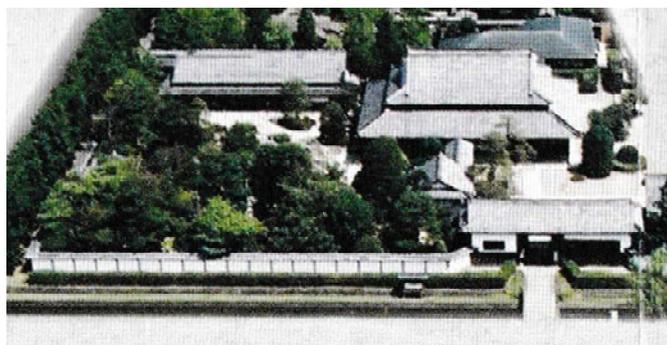
S62に書かれた当時の直良出雲市長の寄稿文があり、そこにはこう記されている。

「出雲の農家には築地松に囲まれた屋敷に、すべてそれ相当の庭が造られ、商家にはすべて坪庭がある。そこに見られるものは全部といってよい程同じ形のものである。・・・

名園はないかもしれないが、ほとんどの市民が庭を持ち生活に密着している地方は極めて少ないのではなかろうか。・・・

地方文化が中央文化に押し流される、東京文化が都会で流行すればいずれ地方に流行する、文化の単一化である。庭園というのはその土地風土に適した個性あるものであってほしい。それが私の願いである」

新しい築庭に出雲流庭園の姿がなくなりつつあるのを憂いて、「地方文化を大切にしたい、個性ある庭園を復元したい」という思いのもとに、斐川平野にあった豪農屋敷と庭園を移築して『出雲文化伝承館』がH3に作られた。



写真－3 出雲文化伝承館

(リーフレット『「出雲流庭園」のご紹介』：出雲文化伝承館より)

#### 5) 「灘分郷土誌」(H3 発行)

この本は斐伊川河口部の出雲市平田町灘分地区について書かれているが、『第13章 風俗・生活習慣』の中に、この地区の庭に関する記述がある。

「主として農家の住居構造のうち、庭園の造成は斐川平野の特徴の一つである。その面積は200坪(約600㎡)程度あり、基本構造として、芯松を中心とし、モチ・モッコ

ク・椎・サツキなどの常緑樹、来待石の春日灯籠・雪見灯籠、立石を配した築庭は見事の一言であろう」

このことから、平成の初めには一般の農家にも出雲流庭園の特徴を持つ庭が広まっていた様子うかがえる。

このように見ていくと、出雲平野の民家の庭はS40年代に現在の形が出来ており、既に約50年が経過していることが考えられる。

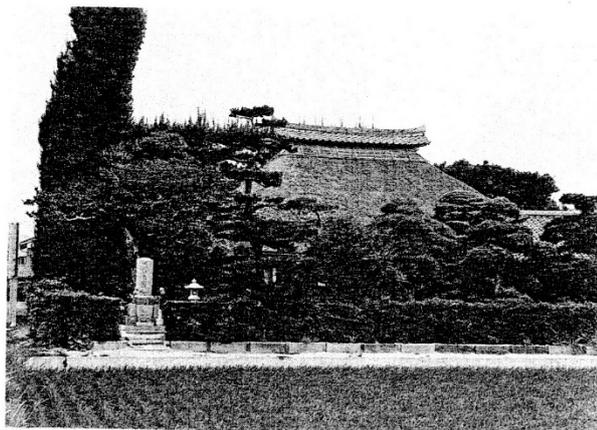


写真-4 当時の民家

### 3. 現在の庭の調査

「現在、このような民家の庭はどんな状況になっているのか?」と思い、現地を歩いて調査することにした。しかし、直に庭へ入ってみることが出来ないため、道路から民家の庭を眺めて、外観から見た印象で現在の状況を調べてみた。また、立ち止まって詳しく観察することは憚られるため、大まかな調査となった。

#### 1) 調査対象

対象地区は、出雲平野の出雲市斐川町内(原鹿、坂田、三分市、美南の一部)とし、古くからある一戸建ての民家(総数175戸)を対象とした。

#### 2) 調査項目

- ・庭の管理状況はどうか。
- ・出雲流庭園の特徴が残っているか。
- ・地域資源としての可能性があるか。

に着目して、調査項目は①管理状況、②出雲流庭園の特徴である立石の有無とした。



図-2 調査対象地区

#### 3) 調査結果(表-1)

##### ①庭の管理状況(図-3)

調査箇所を次の5段階に分けてみた。この評価は外観から見た私の個人的な感想であり、明確な基準を決めてはいない。

- 「A:特に良い」・・・手入れが良く見栄えが良い
- 「B:良い」・・・手入れは良いが規模が幾分小さい
- 「C:普通」・・・規模が小さい、または手入れが今一つ
- 「D:良くない」・・・手入れが不十分で荒れている
- 「E:特徴なし」・・・出雲流の特徴が認められない

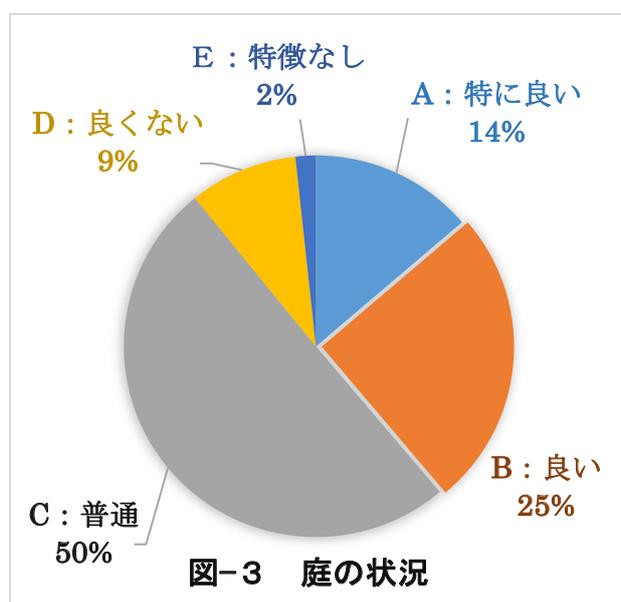
表－1 調査結果

	全体		立石あり		立石なし		立石不明	
A:特に良い	24	14%	20	84%	2	8%	2	8%
B:良い	44	25%	35	80%	4	9%	5	11%
C:普通	88	50%	23	26%	28	32%	37	42%
D:良くない	16	9%	3	19%	4	25%	9	56%
E:特徴なし	3	2%			1		2	
計	175	100%	81	46%	39	22%	55	32%

「A」「B」合わせて約4割の民家できれいに管理されていた。また、「C」の中にも規模は小さいが管理されている家もあり、庭が生活に密着しているのを感じた。

ほとんどの家では玄関前に生垣があり、横一線にきれいに剪定がなされて端部に反りが見られる家もあった。樹種はヒイラギモクセイが多くカイヅカイブキも見られた。家の正面が板塀やコンクリート塀となっている家はわずかしかなかった。

しかし、管理に手が回らず、生垣や庭木が伸びている民家も時折見かけた。また、まれに庭木が大きくなり、思い切って切られて大きな幹が目立つ庭も見られた。



②立石の状況 (図-4・5)

全体で約5割近くの家に立石が確認でき、「A」「B」では8割を超える家にあった。立





写真-5 立石のある庭①



写真-6 " ②

石はどの家も庭の南西部に置かれており、中には2mを超える大きなものもあった。

#### 4. 考察

調査結果から次のようなことが考えられる。

##### ①管理の状況が良い庭が多い。

予想以上に良く手入れがされており、調査の途中でも脚立の上で庭木の剪定作業に励む幾人かの住民に出会った。この人たちによってきれいな庭が保たれていることを実感出来た。

知人から「隣近所に対する見栄もあるし、放っておくのはみっともない」「『きれいにされていますね』など庭の話題があいさつ言葉になっている」という話を聞いて、日ごろからこの地区には景観に対する意識の高さが根付いていると思われた。

一方では、大きくなった庭木の処理に困っている家も見かけられたが、造園業者など専門家の適切なアドバイスがあれば、もっとうまく管理が出来るのではないかと感じた。

##### ②「出雲流庭園」の特徴が残っている庭が非常に多い。



写真-7 出雲平野の民家①

(生垣の美しさが目を引く)



写真-8 " ②

(屋敷と庭が調和している)



写真-9 “ ③

(大きな石垣が重厚さを感じさせる)



写真-10 “ ④

(庭木がきれいに管理されている)

ほとんどの家には「出雲流庭園」の特徴が見られる庭が現在でも残っていることがわかった。家は南向きで玄関は向かって右にあり、南西部に庭があった。「E」以外は庭の造りが同じで、生垣の向こうの屋敷側にはマツや玉物仕立てのイヌマキ、ツツジ類が垣間見えた。また、庭の南西部に立石がある民家を半数近く確認し、管理の良い「A」「B」の民家には実に8割以上に立石があった。

時代の流れで玄関先の東側半分は駐車場や作業小屋になっている民家はあったが、家の南西側には庭があり、S40年代ごろと比べて庭はそれほど大きな変化があるようには思われなかった。

知人によると、「近所の家を見ても庭を大きく壊しているところはあまりない。日ごろ見ている風景はなくしたくないと思って庭を残しているのではないか」という話だった。

### ③地域資源の可能性

今回の調査で「A」が24箇所(全体の14%)あり、今後もっと調べると数多くの良い庭があると確信できた。そのような庭は外観から見るだけでも十分楽しめるため、庭の



写真-11 “ ⑤

(玄関前に門掛けの松が見える)



写真-12 “ ⑥

(広々とした空間にあり景観が良い)



写真-13        “        ⑦  
(生垣の端部に反りが見える)



写真-14        “        ⑧  
(石積みと生垣が整然としている)

中まで入ることが出来る民家を交えて、いくつかの家を見ながら歩く「出雲流庭園」を紹介できる「まち歩きツアー」をすることは十分可能と思われる。

また、「管理が上手な住民もいて、そういう人は庭づくりの話聞いてもらいたいと思っている」という話もあり、地元住民との交流の可能性も感じられた。

#### ④庭づくりの保存方法

出雲地方に残っている独特の庭づくりを次の世代に伝えていくためには、保存の方法を考える必要がある。際立った名園ではないが、生活の中に溶け込んでいる多くの庭々は景観的な価値が高いのではないか。しかも、今の形になってから約50年が経過しようとしているため、文化財的な価値も出てきているのではないかと考える。

そのため、いろいろな人の知恵を活かして地域の人たちが誇りに思えるような形にならないだろうか。

#### 5. おわりに

作家司馬遼太郎が「文化とは慣習のことである。いわば根雪のようなもので、保存の気分のないところには残らない」という言葉を残している。

今回、わずか一部ではあるが民家の庭を垣間見たが、「出雲流庭園」の特徴の見える庭が数多く残されており、しかもきれいに管理されていることが分かった。このことは出雲地方の貴重な文化であり、地元のわれわれがこのことをもっと広く情報発信しなくてはならないと考えている。

#### ○参考文献

- 1) 「庄原歴史物語」：庄原歴史物語編集委員会
- 2) 「地方債月報 (S62. 11)」：(財) 地方債協会
- 3) 「わたしたちの出雲市」：出雲市教育委員会
- 4) 「街道をゆくー本郷深川散歩ー」 司馬遼太郎

## 茶庭の動線の変遷と出雲流庭園

「庭園文化研究分科会」 武田 隆 司

### 1. はじめに

「出雲流庭園 その歴史と造形（昭和50年）」では菅田庵の庭が出雲流庭園の発祥とされている。何をしてお出雲流庭園の発祥となるのか。確かに同書にもあるように、短冊上の延べ段、敷き砂と高く打たれた飛び石によるシンプルな枯山水など特に向月亭間前の庭は現在の出雲流庭園との共通点を見ることができる。菅田庵についていくつかの書籍や研究論文を読むうちに、作庭に関わった松平不昧公が影響を受けたとされる、ともに大名茶人の片桐石州と小堀遠州とそれぞれが作庭した慈光院庭園と孤篷庵庭園にさかのぼることになった。これらの庭は江戸時代初期の茶庭であるが、それまでの千利休などによる露地と言われる侘びの茶庭から大きな変化を遂げたものとされる。もともと茶庭は「用の庭」と呼ばれ「景の庭」と呼ばれる観賞を目的とする庭とは一線を画した茶事を前提とした庭である。すなわち茶事の流れに沿った構造となっており、茶事の変遷により「人の動線」、「庭の構造」、「観賞方法」も変化してきたようである。今回は出雲流庭園の発祥とされる菅田庵に至るまでの「茶庭の動線」の変遷について文献を参考に整理するとともに、それ以降江戸末期に不昧公も訪れたとされる本陣の庭、それを手本としたとされる明治以降に作庭された豪農屋敷、そして現在の出雲平野の民家の庭に至るまでの変遷について考察する。

茶庭（独楽庵：出雲文化伝承館）

出雲流庭園（出雲文化伝承館）



### 2. 室町以前の茶事

日本における喫茶の風習は、記録上では平安時代にさかのぼる。鎌倉時代には禅宗寺院を中心に喫茶の風習が広まり、室町時代には「会所」において茶がふるまわれていた。この時代の「会所」とは公家や有力武将、高僧といった上流階級による連歌会などの寄合が行われた建物を指す。会所では、主座敷の裏手に「茶湯所」という部屋で茶を立て、座敷に運んでいた。こうした座敷が、床（とこ）、棚、付書院などを伴った書院造として定式化していくとともに、「書院の茶」と呼ばれる茶の文化が広まっていった。「喫茶往来」（室町時代の茶事、喫茶に関する書）によると、茶室は、二階建てで、四方に窓があり、室内は明るく、周囲には白砂が敷かれた「書院庭園」が設けられていた。

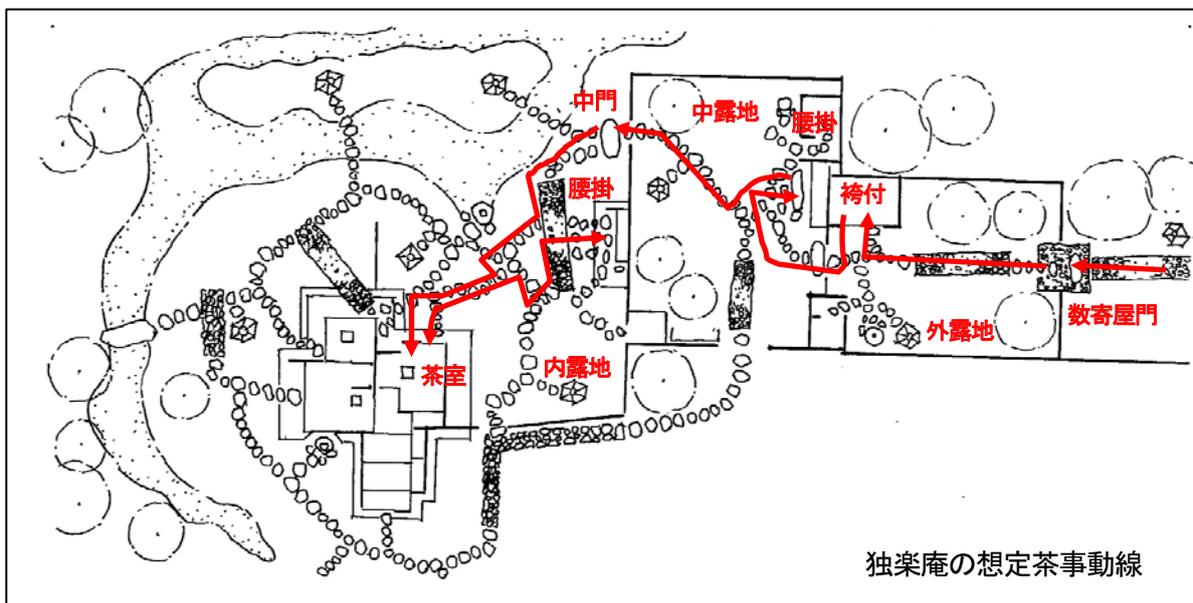
当時の茶事の流れは、客が来るとまず酒、料理などでもてなし、その後庭を眺めながら休息をとり、やがて茶会の開始にともない二階へ上がる。このころは闘茶（茶の産地を当てあうもの）がはやっていた。闘茶が終わった後は、料理が出て酒を飲み、管弦により歌ったり舞ったりという宴会が深夜まで続くというものであったようだ。鹿苑寺金閣、慈照寺銀閣などもこのような茶亭として使われていたとされる。上階からの庭の眺めを楽しんでいたのであろう。茶事の動線は建物内部のみの移動となり、庭の観賞も建物から、すなわち「書院観賞式」となるが、1階からの眺め、2階からの俯瞰、また縁に出たの観賞など、建物内の視点の移動は見られる。

### 3. わび茶の頃の茶事

15世紀後半から16世紀（室町中期～後期）にかけて、「市中の山居」（都会にいながらにして山里の風情を味わう）を志向する「草庵の茶」（侘び茶）へと移行していく。

千利休は、三畳、二畳の草庵茶室を創出し、躡口（潜り）を構え、わび茶を大成させたとされている。また露地に中門を設け、外露地と内露地に分け、内側を超俗の世界と規定したという。利休が建てたと伝えられる茶室のうち、宇治の田原に建てた「独楽庵」は、その後松平不昧が江戸の大崎下屋敷に築造した11棟の茶室を備える2万坪あまりの広大な茶苑の中心的な茶室として復元された。現在は、出雲文化伝承館に復元されている。

独楽庵で想定される茶事の動線は下図のとおりである。数寄屋門から外露地に入り、袴付け準備を行い中露地の腰掛待合で待ち、内露地に入り茶室に至る。懐石等をいただいた後に一度中立で外に出て、内露地の腰掛で待つ。再度茶室に入り、茶等をいただくものである。このころの茶庭（露地）は基本的には伝いの庭であり、観賞を目的とするものではない。



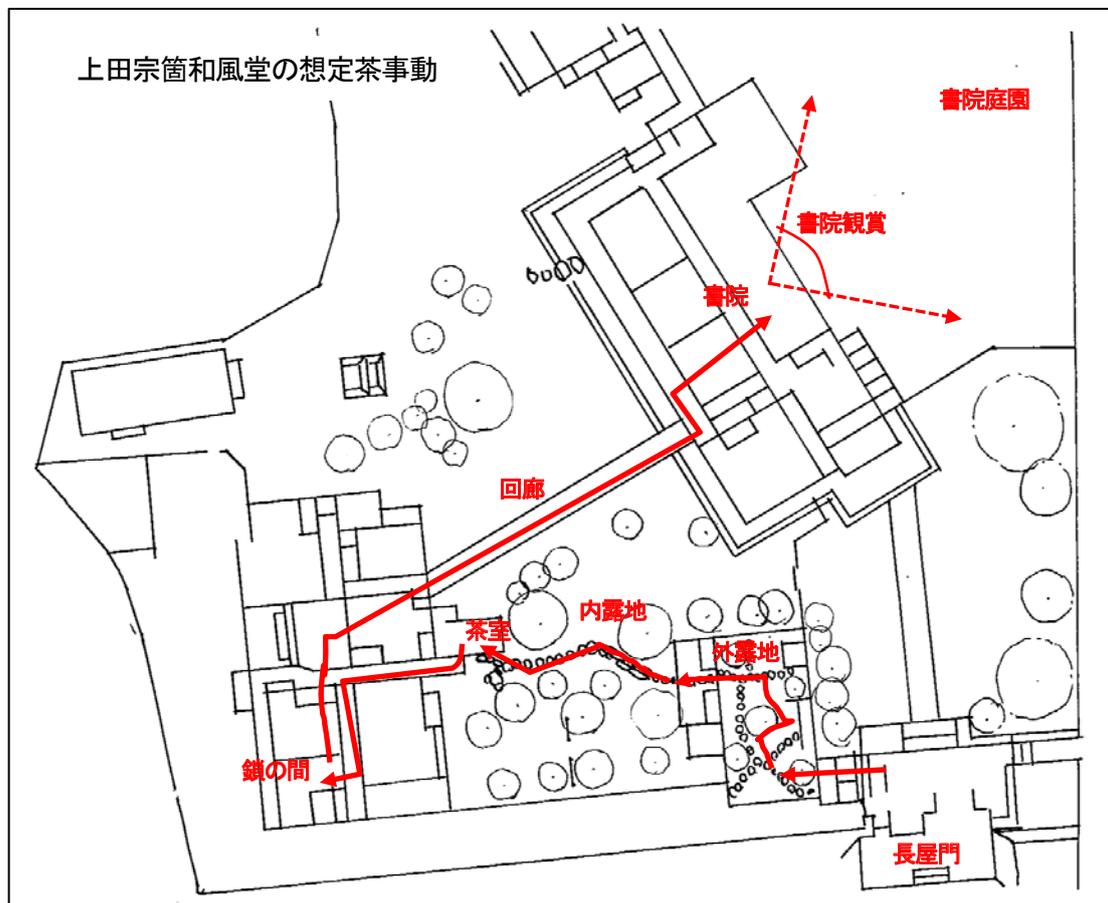
### 4. 古田織部、上田宗箇の庭

江戸時代に入ると、茶の湯は全国の大名たちによって嗜まれるようになる。古田織部（1543～1615）は、3万5千石の大名であり、千利休の高弟として優れた茶人でもある。利休は点前のための場として茶室をあえて狭く閉鎖的に作ったが、織部は茶室を広く明るく開放的なものにした。切り石による飛石などは織部が最初とされる。また織部は茶庭を道すながら

観賞することに加え、茶室内からの観賞にも対応するものとしてとらえ、用の庭から景の庭へ転回することになる。

このころの茶事の動線として注目すべきは、「鎖の間」である。鎖の間は小間の茶室と書院の広間をつなぐものであり、これが茶庭（露地）と書院庭園の一体化につながるものとされる。鎖の間を持つ現存の庭として広島市に茶道上田宗箇流和風堂に復元された書院屋敷がある。上田宗箇（1563～1650）は古田織部に師事した武将茶人であり、数寄屋御成（茶道による藩主の接待）の作法による武家茶道の茶庭を各地に作庭している。江戸初期に広島に入り、家老として自らの屋敷に藩主の御成を迎えた。

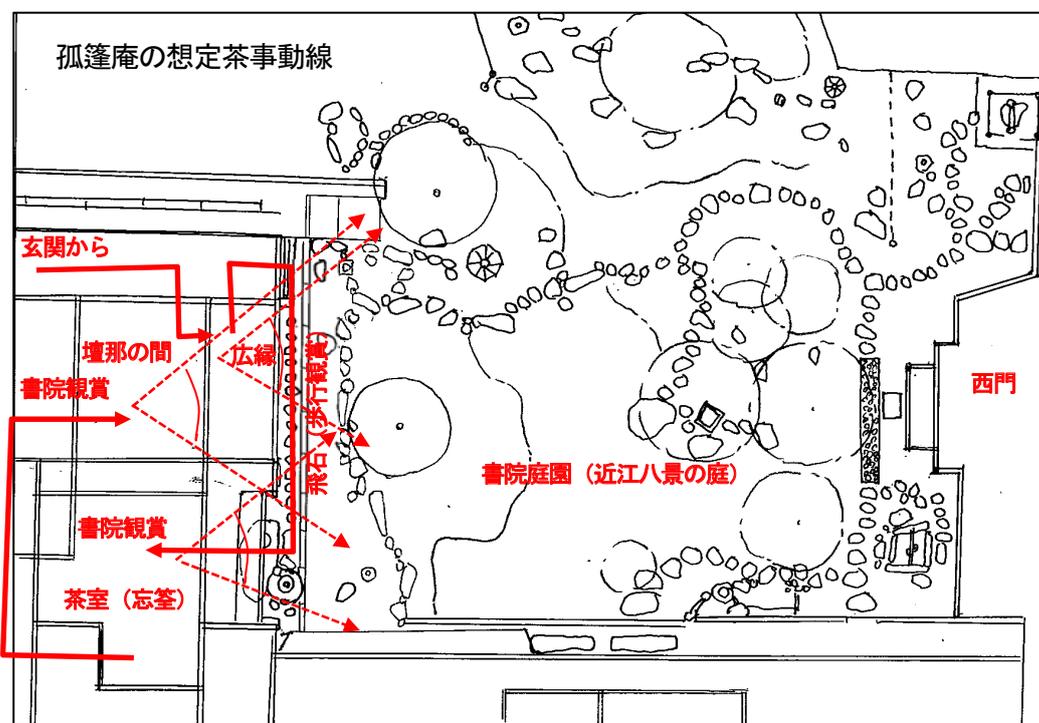
下図のとおり、藩主は長屋門を抜けて、外露地に入り、中潜りから内露地へ、茶室「遠鐘」で濃茶ののち「鎖の間」で薄茶をいただき、長い渡り廊下を経て、2階建ての書院屋敷に通され、藩主は2階から眺望を楽しんだり、料理の振る舞いを受けたりした。階下の広間では能を鑑賞したされる。室町時代の御成は、御成門から将軍が入ったとされるが、江戸時代になると御成門から入らず、狭い数寄屋門から外露地に入るようになったようである。



## 5. 小堀遠州と孤篷庵

江戸時代を代表する大名茶人小堀遠州は（1579～1647）、南禅寺（京都）、二条城庭園（京都）、仙洞御所（京都）、頼久寺（岡山県）など各地に名園を残している造園家でもある。遠州は古田織部の弟子の中でも最も優れた弟子とされ、「きれいさび」と称されるように利休の侘びをさらに緩め、草庵のわび茶から書院の茶の傾向を強めた。遠州の茶会は小間の茶室から鎖の間、書院、さらに茶屋などと連携して行う形式をとった。代表的な茶庭「孤

「蓬庵」(1613年建立)は1793年に焼亡するが、1797年から12年をかけて松平不昧の協力により復元された。孤蓬庵は京都にある臨濟宗の寺院であるが、方丈や書院の他にいくつかの茶室からなる。庭も枯山水の方丈庭園や露地など複数の様式のものがある。この孤蓬庵に遠州のわび茶と書院の茶の融合を見ることができる。注目すべきは「忘筌」という書院の茶室とその前庭である。明かり障子の下半分の吹き抜けから庭を觀賞することができる書院庭園「近江八景の庭」は、控えの間となる「壇那の間」の広縁からは軒下の犬走りに打たれた飛石を伝って「忘筌」茶室に入る露地の要素も持っている。茶事の動線は下図のとおりである。歩く庭(露地)と建物から觀賞する庭(書院庭園)を重層化している点の特徴とされるが、書院からは飛石を見せることはせず、完全な一体化までは至っていないようである。しかし犬走りの飛石は歩きの中で見せる景物となっていることは慈光院や菅田庵にもつながるものである。これは「動的な鑑賞」=「歩行觀賞」ともいわれる。

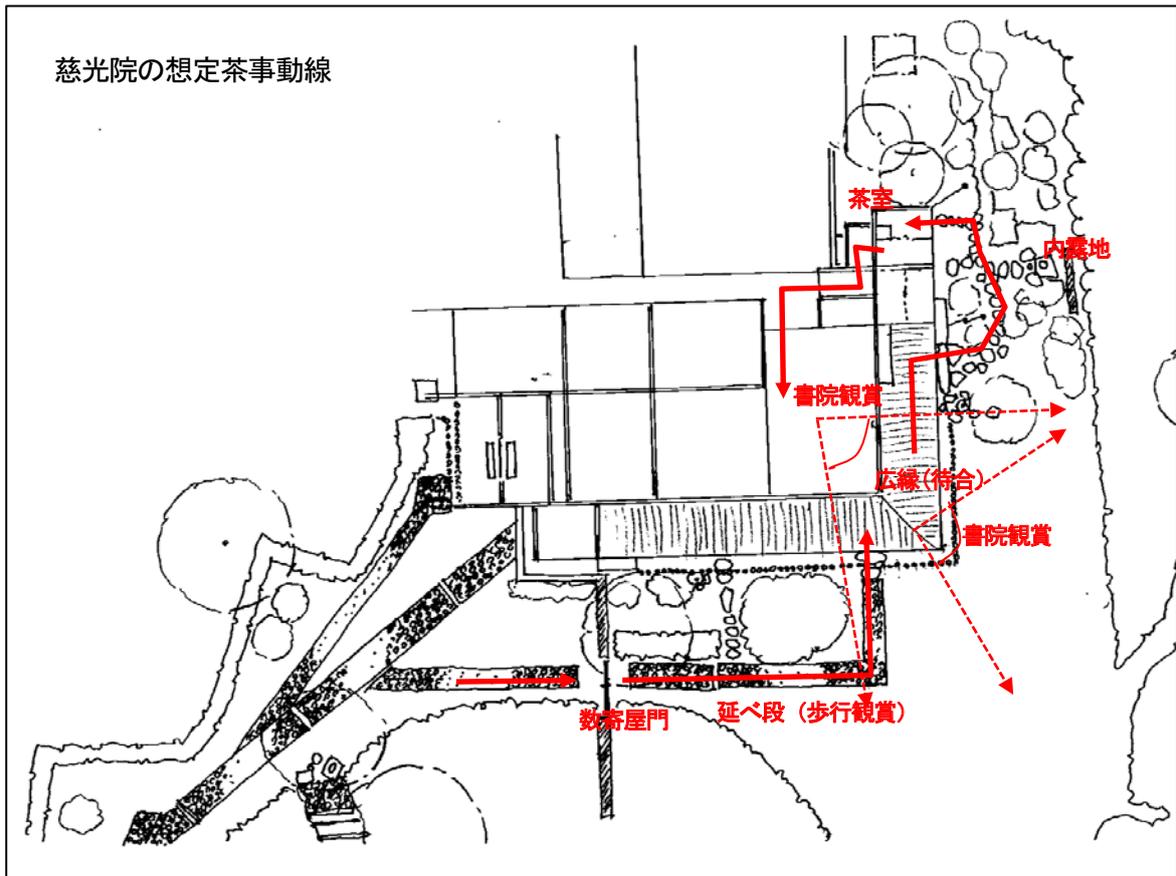


## 6. 片桐石州と慈光院

大和小泉藩主であった片桐石州(1605~1673)は茶道に通じ、遠州亡き後將軍家の茶道の指南役になるまでとなった。石州の茶は、草庵の茶と大名的な華やかさを併せ持つ茶を目指すものであり、茶室や茶庭にもこのよう考えが表れている。その代表作でもある慈光院は父の菩提のために1663年に創立したもので、境内全体が一つの茶室として造られている。大和平野の丘陵の頂上部に作られた書院の13畳の間からは大刈込越しに大和平野とその先に春日連山が遠望され、庭の大きな見どころとなっている。このような立地は菅田庵とよく似ている。数寄屋門から入った書院前の主庭は敷き砂による枯山水であり、そこには客間に向けて見事な延べ段がつけられている。また書院座敷の北側には2畳台目の茶室が設けられている。内露地は築地塀により囲まれ、眺望を遮った草庵のわび茶の庭としている。

文献によると、茶事の動線は下図のとおりである。数寄屋門を入ると見事な延べ段が書院

まで誘う。ここは茶庭でいうと外露地的な空間となるが、歩きながらの観賞の庭となる。その後広縁に上がり、ここから庭を観賞しながら待つ。その後東側の沓脱石から内露地に降りる。ここは遮蔽的な露地空間（用の庭）となる。その後草庵の茶室に入りわび茶を喫し、そのまま大広間に移り点茶を喫す。またその後宴席となったかもしれない。ここからは枯山水の庭と刈込越しの眺望を楽しんだと思われる。広間からは孤篷庵の忘筌と同様に前述の延べ段は見え、露地的空間と書院庭園を完全に併用させているというところまではいっていない。また外露地空間と内露地は直接連絡しておらず、書院を介して移動する仕組みとなっている。



## 7. 菅田庵

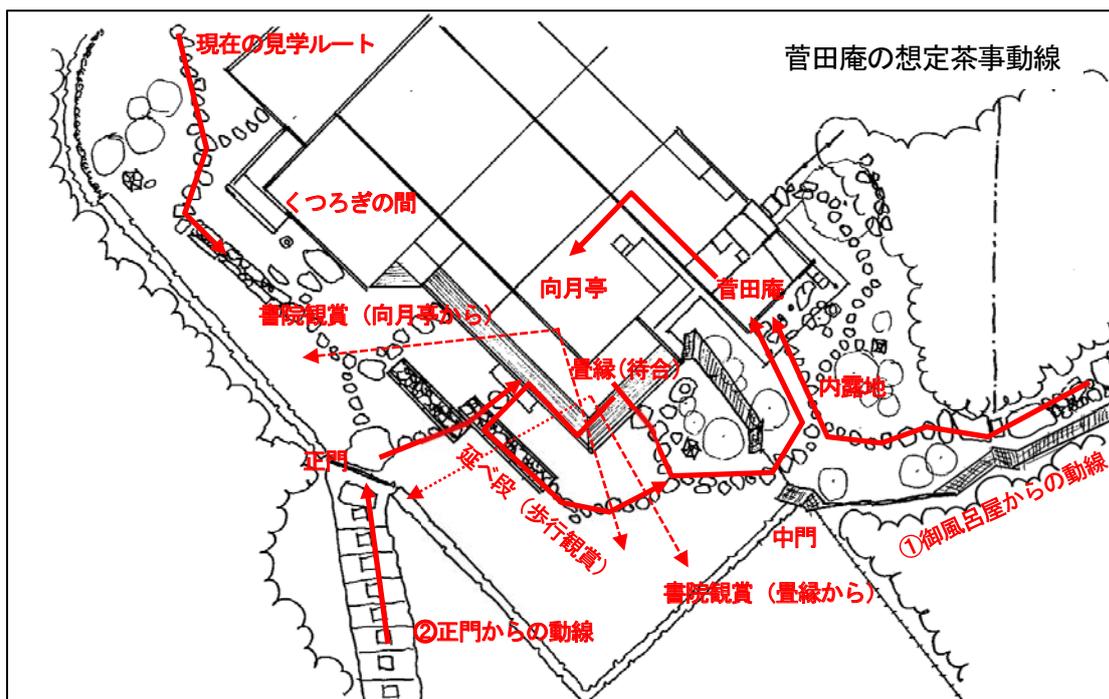
菅田庵（茶室）などの建物や庭を含む有沢山荘一帯は、当時の松江藩家老有沢家が初代藩主松平直政より拝領したものであり、その後1792年に7代藩主治郷（不昧）により今のような形に整備されたとされる。本来は茶室のみが菅田庵であるが、向月亭や御風呂屋、その他の建物や庭園、周辺の山林も含めた山荘一帯が一般的に菅田庵と呼ばれており、国の名勝にも指定されている。不昧は「総絵図」を作り、敷地全体の基本計画をたてたとされる。前述のとおり不昧が独楽庵を品川の下屋敷に復元したのは1806年、焼失した孤篷庵を再建したのは1797年で利休や遠州への敬愛の念がうかがえる。また眺望に優れた立地や庭の構成などは慈光院によく似ており、これは不昧公、有沢氏とも茶道石州流の門下であったことによるものともいわれている。

「菅田庵保存活用計画報告書」によると現在の西側受付からの見学ルートは管理の都合上のものであり、本来の茶事のルート①は、御成門から御成道を通り坂道を上り御風呂屋に至

り、この風呂で汗を流して菅田庵（1畳台中板）に入ったとされる。その後建物内を移動し、向月亭の書院の間に入り、庭と眺望を觀賞しながらの書院での呈茶、また宴を楽しんだのであろう。一方昭和を代表する造園家、重森三玲は「日本庭園史大系」の中で、向月亭正面の正門②が入り口であるとしている。確かに正門を入るとひと際大きな飛石とそれに続く見事な延べ段が向月亭に誘うように配されている。

茶事の想定されるルート②は次図のとおりである。正門を入り飛び石を伝って待合となる畳縁に上がる。ここで待ちながら庭や眺望を觀賞したのちに向月亭の東側の落ち縁付近から飛石に降り、中門を潜り内露地に入り菅田庵の茶室で茶を喫する。その後向月亭の上の間に移動して再び茶を喫す。そこからは再び向月亭前の庭と松江市街地を一望する景色を觀賞するというものである。ここで注目すべきは向月前の庭の飛石が直接菅田庵の内露地に連絡しているということである。これは慈光院にも見られないことであり、書院庭園と露地の融合の完成形と評価する文献もある。客は正門から入り、直接内露地に向かうことは考えにくい。向月亭正面の2か所の沓脱石のどちらかから一度書院に上がり、茶事の準備が整い次第また正面から降りて内露地に向かったかもしれない。出雲流庭園の書院の沓脱石が2か所以上あるのはこの名残なのかもしれない。しかも沓脱石は加工したものと自然石を組み合わせたものが多く、使い分けが行われていたのかもしれない。

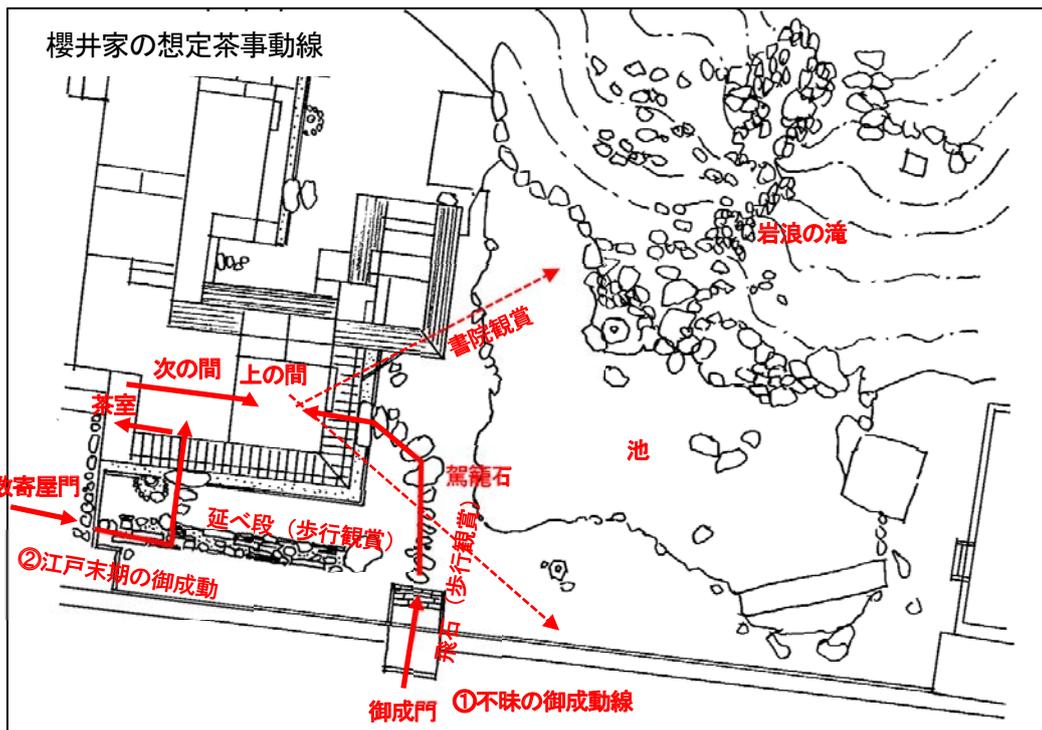
向月亭前の庭は、開放的な平庭の枯山水であり敷き砂の中に飛石と延べ段が配されたシンプルな庭であり、その様式が出雲流庭園のデザインのもとになったとされる。この庭のシンボリックな存在の延べ段の縁部の青竹は、茶事や行事が行われる度に据え直されていたとされ、細竹細工で作られた落ち縁との連続性も意識したのではないかともいわれている。また、向月亭の庭は菅田庵の内露地に対して外露地の役割も持ち、飛び石を伝っていくとき、座敷に座って見る庭とは別種の美しさを見るものを感じさせる。つまり茶庭の外露地という用の庭でありながらも、歩きながら觀賞する庭であり、なおかつ書院觀賞の庭であるということである。これは現在の出雲流庭園の空間構成にも通じるものであると思われる。



## 8. 本陣庭園の動線について

松江藩では藩主が領内を巡察する際に利用した宿舎が「本陣」と呼ばれ、主要街道に面した豪商や地主、たたらにより財を成した富裕層の屋敷が充てられていた。書籍「出雲の御本陣」によると、「藩主は本陣に到着すると、駕籠に乗ったまま御成門から庭園に入り、御成座敷で過ごした。なお出立も庭園を通り、御成門から街道に出た。」とされる。御成の際に駕籠を降りたとされる大きな石（駕籠石）はこのころからのものとされる。江戸期には前述の上田宗箇の庭のように「数寄屋御成」と呼ばれ門から直接庭に入り露地を通り茶室に御成するようになったとされるが、これまでの武士の茶事との決定的な違いは接待する側が領民であるということである。本陣では茶室での呈茶は供されていない。茶道では主客が小間で同座することを基本とするが、公的には領主と領民が同座できなかつたため、別の部屋で点てたお茶を御前に運ぶのである。のちに家老クラスへの御成の時は、小間の茶室でのおもてなしで、同座して相伴ができたとされる。

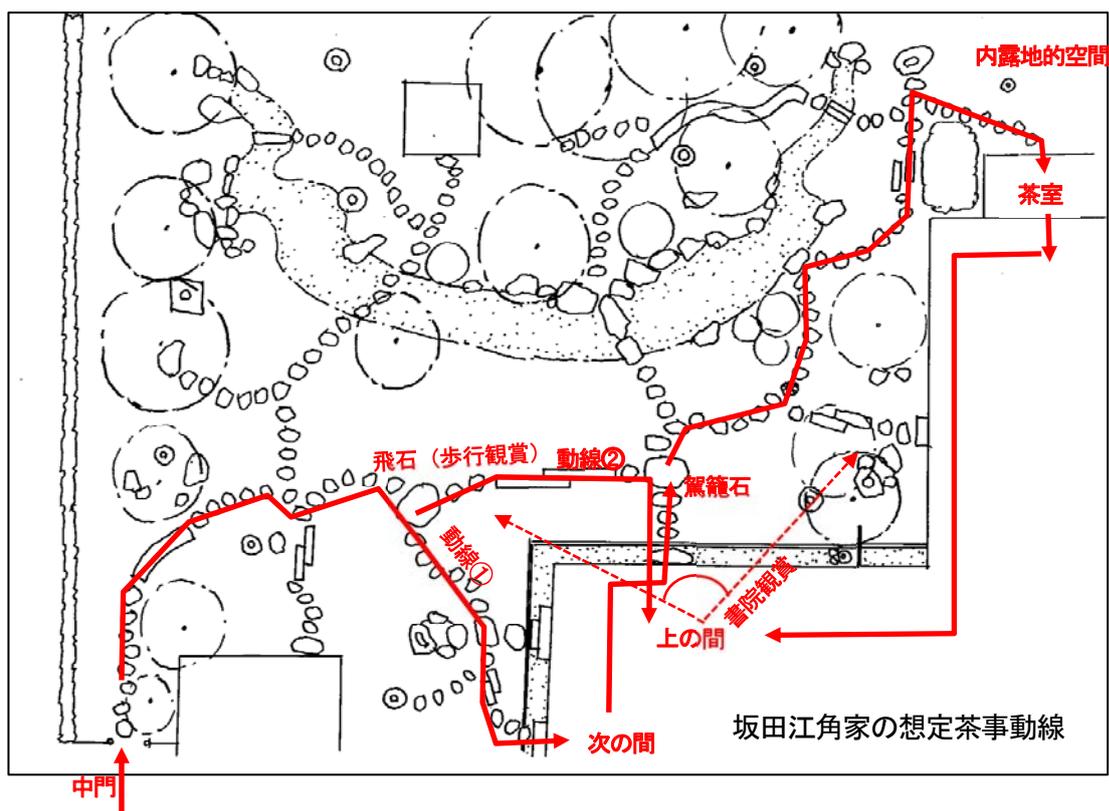
本陣の庭の中でも、松平不昧の御成があったとされる櫻井家庭園についてその茶事の動線を考察する。不昧の御成は1803年とされこれに合わせて庭を改修された。裏山を活用した瀑布は不昧の興を誘い「岩浪の滝」と命名され、庭も不昧好みの庭に設えられたと思われる。御成（茶事）の動線は下図のとおりである。まず不昧の御成の動線①であるが、家伝によれば、御成門から駕籠のまま庭に入りあるいは歩いて入り、飛び石を伝いながら庭を觀賞する。その後沓脱石から上の間に入り別室で点てられた茶を喫しながら、書院から庭を觀賞することになるのであろう。また玄関わきの門から上の間の南部の通路にある延べ段は1856年の10代定安公の御成のために作られたものとされるが、②数寄屋門から入り、延べ段を伝い沓脱石から次の間に入り茶に準備ができた隣りの3畳の茶室で茶を喫し、その後上の間に移り茶や酒宴などを楽しみながら庭を觀賞したのであろう。このころは相伴が許されていたのかもしれない。なおこの延べ段は主庭までは連絡しておらず、歩きながらの見通しの觀賞となる。この点は石州の慈光院の空間構成に近い。



## 9. 出雲流庭園の想定茶事動線

### 1) 豪農屋敷の庭

本陣では、藩主御成の座敷をそのままの状態で開催して、文化意識の向上に供することを「跡見」と称した。このことが後の地方文化の向上に寄与し、やがて明治維新を迎えて出雲文化のおもてなしとして一気に開花したとされる。出雲平野の豪農や地主なども茶道による接待のお手本としたのであろう。明治になると庶民にも庭を造ることが許され、出雲流庭園が本格的に形成される時期となる。下図は豪農屋敷の想定される茶事の動線を坂田江角家（明治29年作庭）について考察したものである。菅田庵や本陣の庭の動線を参考に想定すると、①まず中門から入り飛石を伝い開放的な書院の庭と飛び石、短冊石を歩行の中で観賞し、書院の南面の沓脱石から次の間に入り待つ。茶事の準備ができると書院の西面から再び庭に降りて駕籠石を通り飛石を伝って北西の奥座敷の小間の茶室に入る。茶を喫してから廊下を通して上の間に入り、庭を観賞しながらまた茶を喫す（あるいは宴に入る）。上の間の茶会であれば、②駕籠石から直接上の間に入ったかもしれない。露地的な歩行空間と書院庭の併用、外露地的空間と内露地的空間との連続性、歩行観賞と書院観賞への対応など、菅田庵との共通点が見えてくる。このように考えると一般に「中門」と呼ばれる門はこの庭ではむしろ外露地に入る数寄屋門ととらえたほうがよいとも思われる。

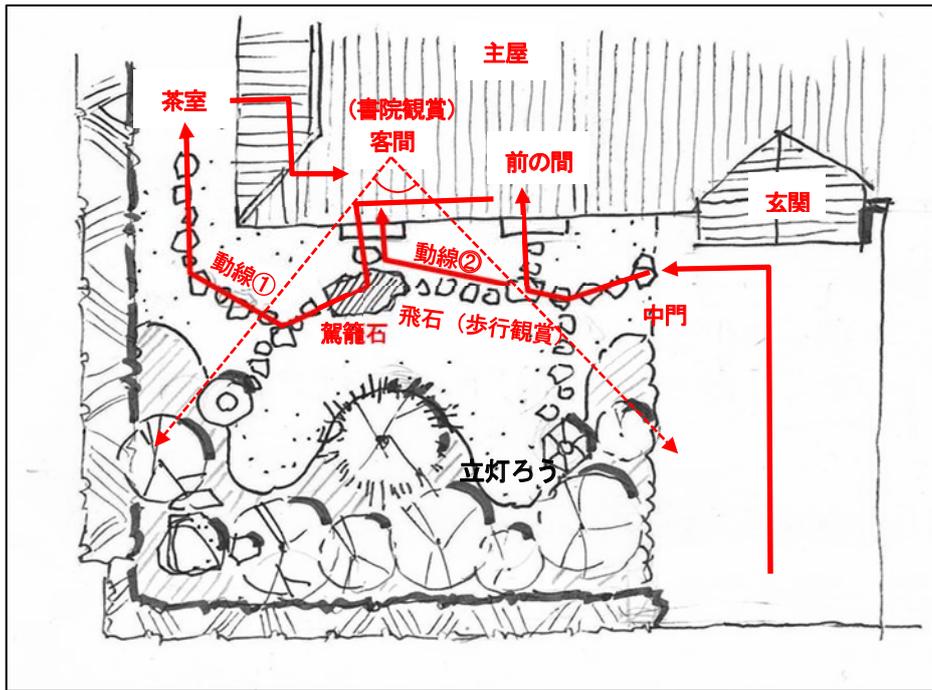


### 2) 現在の一般的な出雲平野の庭

豪農屋敷の庭をお手本として作られるようになった出雲平野の民家の庭は、現在もっとも多く存在するいわゆる一般的な出雲流庭園である。これらは戦後から作られるようになった。コンパクトな敷地の中でも灯ろうやつくばい、飛び石など忠実に豪農屋敷の庭を再現している。今では飛石を歩行することはハレの日以外にはないとされるが、茶事を想定した動線を考察してみる。①まず玄関へのアプローチから分岐した中門（数寄屋門）から庭に入り、

飛び石を伝って客間（大きな家では前の間）に上がり、茶席が整うのを待つ。準備が整うと再び沓脱石から庭に降りてかつてはあったであろう主屋の西奥の茶室に向かいお茶をいただき、縁側を通して客間に戻り再度茶を喫するというものである。②茶室がない場合はそのまま客間に入ることになるだろう。現在ではそのような茶事の意味は知られていないかもしれないが、菅田庵からの茶事動線は主屋を平行に通過する飛び石の形態にも表れている。また庭は歩行中での観賞、また客間から観賞にたえる様式になっていると思われる。

<一般民家の想定茶事動線>



10. まとめ

室町の庭から現在の出雲流庭園まで、茶事動線、空間構成、観賞法を一覧にまとめる。

室町～江戸の庭	茶時動線	庭の空間構成	庭の観賞方法
室町以前の庭	広間→休憩→広間(2階)	書院庭園のみ	建物からの観賞
わび茶の茶庭 (室町末～安土桃山)	門→外露地→内露地 →茶室→中立→茶室	外露地、内露地	露地、茶室とも観賞しない(用の庭)
上田宗箇の茶庭 (江戸初期)	門→外露地→内露地 →鎖の間→広間	外露地、内露地、書院 庭園の共存	露地は非観賞、広間から 書院観賞
小堀遠州の孤篷庵 (江戸初期)	玄関(or外露地)→書院→ 軒下露地→茶室→広間	露地と書院庭園の重層 化の始まり	歩行(動的)観賞、茶室、 広間からの観賞
片桐石州の慈光院 (江戸初期)	門→書院庭→広縁→内露 地→茶室→広間	外露地と書院庭園の重 層化、内露地は別	歩行(動的)観賞+建物から の観賞(延べ段含まず)
不昧の菅田庵 (江戸後期)	門→外露地→畳縁→外露 地→内露地→茶室→広間	外露地と書院庭の重層 化、内露地と連絡	歩行(動的)観賞+建物から の観賞(飛び込)
本陣庭園 (江戸後期)	御成門→庭→上の間or 門→露地→茶室→広間	外露地と書院庭園の重 層化、内露地的空間	歩行(動的)観賞+建物か らの観賞(飛び込)

出雲流庭園	茶時動線	空間構成	庭の観賞方法
豪農屋敷の庭園 (明治時代)	中門→庭→次の間→庭→ 茶室→上の間	外露地と書院庭園の重 層化、内露地と連絡	歩行(動的)観賞+建物から の観賞(飛石込)
現在の出雲平野の庭 (昭和、戦後)	門→庭→客間→庭→茶室 →客間	外露地的空間と書院庭 園の重層化	歩行(動的)観賞+建物から の観賞(飛石込)

このように茶事の動線に注目してみると、出雲流庭園はやはり茶庭の機能が息づいており、飛び石についても単なる景物ではなく、極めて機能的な配置になっているといえる。客間を横切るように平行に並べられている飛び石の配列も出雲流ならではの特徴であるが、出雲流庭園が茶庭の影響を受けているということも納得できる。庭の空間構成については、江戸初期の小堀遠州、片桐石州の頃から露地と書院庭の重層化が始まり、その完成形が菅田庵の庭であり、これが出雲流庭園の下地になっていると思われる。出雲流庭園は書院庭園なのか茶庭なのか様々な見解があり、前述の「出雲流庭園 その歴史と造形」では「茶庭の雰囲気を持つ枯山水の庭」と表現されているが、むしろ「茶庭(露地)と書院庭園の併用型の庭」としたほうがしっくりするような気がする。観賞方法については、現在は書院観賞の庭とされ基本的には庭に降りて観賞することはないようであるが、本来は菅田庵のように飛石を伝い歩く視点の移動の中で観賞すること(歩行観賞)を想定していると思われる。そして建物からも座視観賞、縁側に起立した観賞等異なる視点からの観賞にも耐えるような設えとなっている。出雲流庭園は多様な観賞ができる庭と言えるであろう。

出雲流庭園は不昧公由来、さらに片桐石州、小堀遠州、千利休から脈々と続く茶の文化が息づいており、単なる出雲平野の農家の庭ではなく文化性の高い庭であるといえるのではないかと感じている。

<参考文献>

- ・出雲流庭園<歴史と造形>(1975 小口基実、戸田芳樹)
- ・格式と伝統 出雲の御本陣(2009 藤間 享)
- ・わび茶と露地(茶庭)の変遷に関する史的考察(1990 浅野二郎、仲隆裕、藤井英二郎)
- ・日本庭園史大系15, 21, 25(1972 重森三玲、重森完途)
- ・茶道の庭(1972 福田和彦)
- ・史跡及び名称菅田庵保存活用計画(案)(2016 松江市)

# 来待石の石造物はなぜもろいのか？

庭園文化研究分科会 原 裕二

## 1. 来待石は風化が速い

専門の知識・技術を活かして、地域の現状について研究する。それが研究分科会のおもしろさである。今回は応用理学(地質)の立場から、岩石に関する話題を取り上げたい。

来待石は1400万年前から今日まで続成作用が進んで固結度が増してきたにもかかわらず、石造物になった途端に100年ほどしか持たないのはなぜか？

実際に来待石の石造物はどれくらいの耐用年数があるのか？庭園や神社仏閣で見られるものはどのように風化しているのか？本稿では、その中間結果を報告する。

## 2. 来待石の風化機構

来待石は新第三紀中新世大森層に属する。およそ1400万年前に堆積し、1000万年前には軟岩クラスの強度を有していたと思われる。その構成物は多くが下部の大森層安山岩に由来している(鹿野ほか, 1991, 1994)。

沢田(2000)によると、来待石の構成物は各種の岩石片や結晶片、それらの粒子間を埋める基質と空隙から成る。粒子の粒度は比較的そろっている。主な構成物は以下のとおりである。

### ◎岩石片

安山岩、デイサイト、流紋岩、真珠岩、斑岩、文象斑岩、花崗岩、軽石、凝灰岩

### ◎結晶片

斜長石、単斜輝石、普通角閃石、黒雲母、カリ長石、鉄鉱物、燐灰石、火山ガラス

### ◎基質(全体の20%程度)

沸石(ゼオライト)、緑泥石、炭酸塩鉱物、火山ガラス

図1に、典型的な来待石とは言えないものの、同じ大森層砂岩の顕微鏡写真を示す。斜長石や岩石片が多いことがわかる。

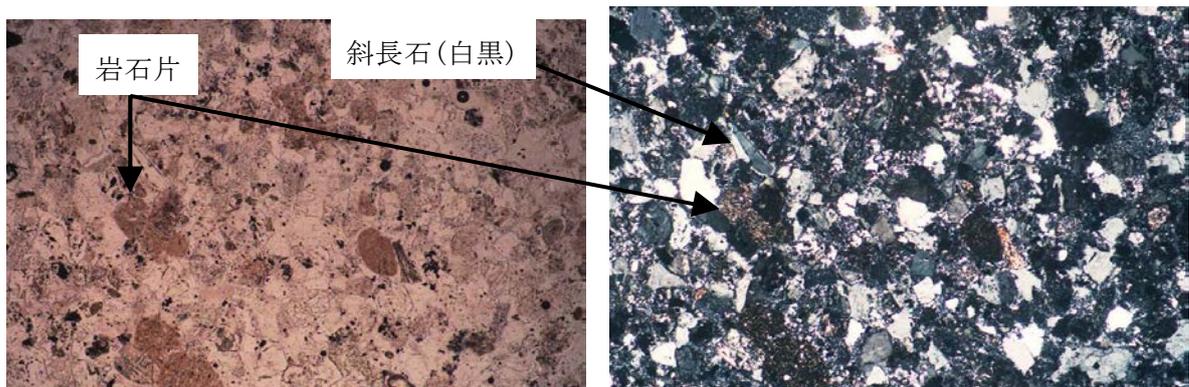


図1 大森層砂岩(出雲市斐川町神庭) 左はオープンニコル 右はクロスニコル(×100)

来待石は安山岩や緑泥石、鉄鉱物などの鉄成分に富むため、新鮮部では青灰色を示すが、常温酸化によって急速に褐色となる。

横田ほか(2006)によると、速ければ100年以内に強度が半減するとされている。流紋岩が

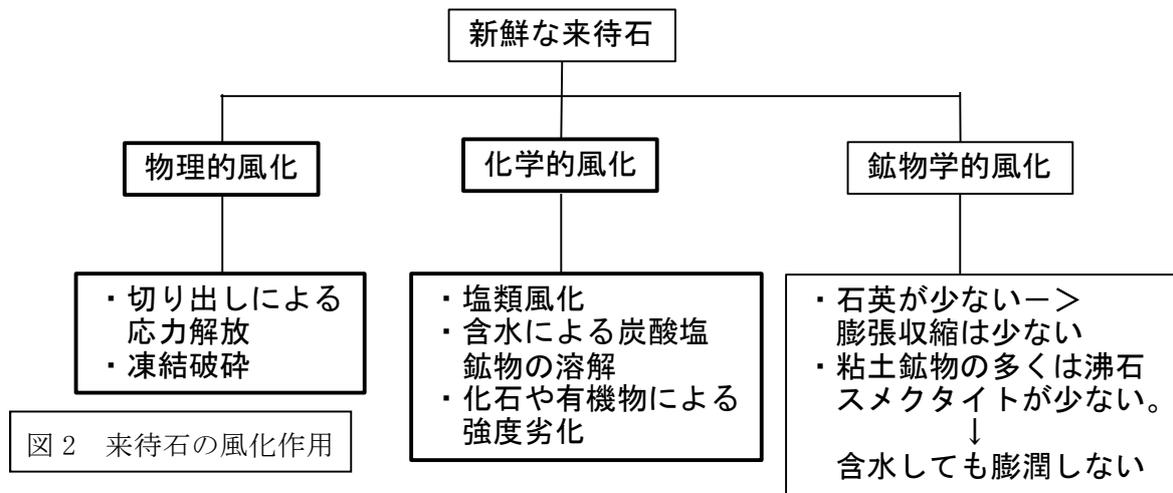
約 18000 年とされているのに対し、100 分の 1 以下である。当初は色彩値 Lab 座標系の b 値 (黄色 (+) と青 (-) の程度) は急速に増大する (黄色くなる) もの、その速度は時間とともに低下し、最終的に 14~16 を示す。

来待石の表層は図 2 ((一社) 日本応用地質学会中国四国支部, 2010) に示すように、空気や降雨、地下水によって酸化が進み、強度が低下していく。基質には炭酸塩鉱物が多いので、降雨の浸透によって溶解しやすい。

化石や有機物を含む箇所では周囲を変質させることで、より一層強度劣化が進んでいく。

一方で、ある一定の深さになると外気に触れることがなく、地下水の存在も制限されるので、風化の進行は遅くなると予想される。

では、実際の石造物はどのようなになっているであろうか。



### 3. 実際の石造物ではどうなっているか

来待石は古墳時代の石棺や石室、山代郷北新造院(来美廃寺)で既に用いられている。

しかしその後は長い断絶を経て、16 世紀後半になって再び多く利用されるようになった。古代の来待石石造物についてはあまり資料がなく、現地を確認することもできないので、ここでは 1600 年前後以降の来待石について述べる。

#### 【戦国時代末期から江戸初期の来待石】

この時期の利用は、墓石や寺院の石塔に多い。

その中で最も古い石造物は、松江市宍道町上来待の岩屋寺にある(図 3)。岩屋寺は真言宗で、弘法大師像や薬師三尊像、十六羅漢のほか、名水(美滝)や特殊植物群でも知られている。

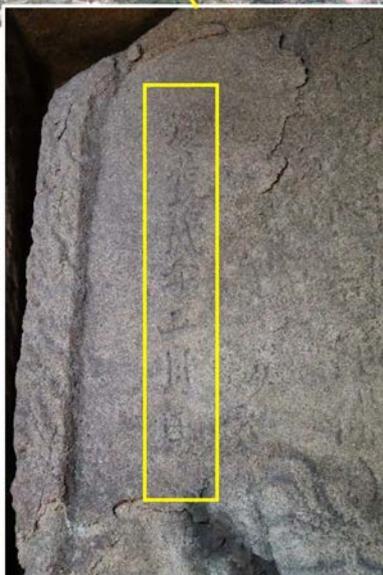
オーバーハングした川合層砂岩の下に薬師堂があり、その周辺には石仏を納めた石窟や石塔が数多く存在する。

それらの中で、薬師堂に向かって左にある宝篋印塔(ほうきょういんとう)に文禄 5 年(1596)2 月の銘がある(岡崎ほか, 2018)。この時期はまだ毛利氏の支配下であり、吉川広家の所領であった時代である。

石窟内にはあるが風雨にさらされる環境にあるので、肉眼で年号を確認するのは不可能だった(拓影で確認されている)。

さらに薬師堂裏の石窟にある板碑は、慶長 12 年(1607)2 月である。堀尾吉晴・忠氏は 1600 年に入部している。松江城の築城開始が 1607 年である。元の知行地である近江国浅井郡の

人物が板に記載されている。



(左) 文禄5年2月(1596)の  
宝篋印塔

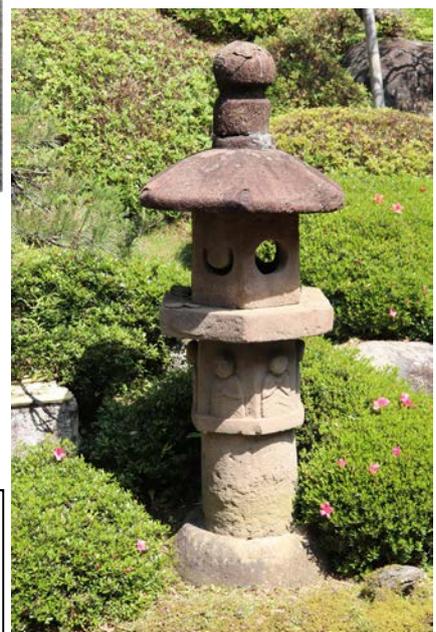
(右) 慶長12年2月(1607)の  
板碑

図3 松江市宍道町上来待  
岩屋寺薬師堂の石窟

400年以上経過しているが、雨のかからない石窟内にあるため、外見は剥落等がなく堅固である。文字の読み取りは十分可能である。

このほか、この時期の来待石石塔としては、松江市栄町にある圓成寺(えんじょうじ、堀尾家の菩提寺)にある慶長9年(1604)の六角地藏灯籠(図4)や、寛永12年(1635)の堀尾忠晴五輪塔(図5)がある(岡崎ほか, 2006)。安来市広瀬町巖倉寺には慶長16年(1611)には

図4 圓成寺庭園  
六角地藏灯籠  
慶長9年(1604)



堀尾吉晴公の五輪塔が、月山富田城には、慶長 13 年（1608）の親子観音が存在する。

また遠く京都市右京区にある臨濟宗妙心寺の春光院には、1600 年代初めに造られた石塔群が存在する（岡崎ほか，2006：朽津，2010）。

これらの石造物は、風雨に当たらない屋内や石窟にある場合は劣化の度合いが少なく、文字の判読が可能である。屋外にある場合は変色や剥離が進んでおり、一部では補修されていることがある。一般に文字の解読は難しい。

### 【江戸時代後期の来待石】

江戸時代初期の堀尾氏から京極氏の時代には、来待石は寺院や藩主層のために用いられ、あくまでも特権階級のものであった。

江戸時代になると、藩主の墓所や神社の鳥居などは花崗岩類で製作されるようになる。

その代わり、家老や上級藩士、あるいは裕福な農民・町人が来待石を使用できるようになった。加工技術が発達したおかげで、細かい成形が必要な狛犬や灯籠の生産が増加した。

この時代で最も古い石造物は、松江市玉湯町にある金刀比羅神社の狛犬及び灯籠である。

金刀比羅神社は玉作湯神社の参道から右に進んだ丘陵の上にある。玉作湯神社の境内にも金刀比羅神社が祀っており、本宮だったのかもしれない。

境内入り口に 1 対の座型狛犬（図 6）があり、その先の社の前に灯籠（図 7）が存在する。

永井・齋藤（2014）によると、狛犬は天明 2 年（1782）である。筆者には判読不能だったが、「石工 武右衛門」は確認できた。灯籠は「天明二壬寅（みずのえとら）3 月」と読める。

天明 2 年の狛犬の頭部は破損し、台座を含めて亀裂が随所に見られる。灯籠の火袋はつぶれてなくなっているが、竿に刻字された文字ははっきりと読み取ることができる。

余談だが、現存する来待石狛犬では天明 1 年（1781）に讃岐金刀比羅宮（旭社一賢木門の先にある遙拝所）に寄進されたものが最も古い（永井・広江，2010）。玉湯町金刀比羅神社の 1 年



（左）図 5 圓成寺 堀尾忠晴五輪塔 寛永 12 年（1635）。享保 17 年（1732）に補修した可能性。

（中）図 6 玉湯町 金刀比羅神社 座型狛犬 天明 2 年（1782）

（下）図 7 玉湯町 金刀比羅神社 灯籠 天明 2 年（1782）

前であり、「石工 武右衛門」は両方に関わっているらしい。これらの関係は今後、時期を見て現地で確認したい。

【幕末以降の来待石】

幕末以降の明治になると、来待石はさらに多くの場所で用いられるようになった。

この理由として、各種事業の伸展による経済的興隆や石材加工技術の進歩、松平不昧公に代表される文化的意識の向上が考えられる(原, 2019)。これに加えて、土農工商の身分制度がなくなり、経済的余裕のある一般庶民が出雲流庭園や神社仏閣、記念碑に自由に使用できるようになったことが大きい。

一方で、来待石は平凡でありふれた存在となり、高級観を出して差別化をはかるには花崗岩類を用いる必要性が出てきた。

この時期の来待石石造物は、もともとの材質によって耐久性が大きく異なる。

玉湯町金刀比羅神社の境内には、このほか万延2年(1861)の不動明王像(図8)がある。有名なカラス天狗(鳥天狗 図9)もあるが、年代は不明である。しかし不動明王と同じく「石工幸八」が製作しているので、同時代とみてよい。これらには大きな損傷は見られない。不動明王の三鈷剣(さんこけん)や天狗のうちわも健在である。

玉作湯神社の手水鉢近くに天保13年(1842)10

(左) 図10 玉作湯神社 灯籠 天保13年(1842)

(右) 図11 崩壊寸前の墓石 天保9年(1838)

(下) 図12 斐川町狼神社 座型狛犬 天保期?

2018年大田市の地震で倒壊



図8 玉湯町金刀比羅神社の不動明王像 万延2年(1861)

図9 玉湯町金刀比羅神社のカラス天狗 万延年間前後



月の灯籠(図 10)がある。火袋は新しいので後世のものだが、笠や竿の表面はなめらかで剥離していない。文字も鮮明である。

ちなみに筆者の先祖の初代は、天保 9 年(1838)に亡くなっている。同じ天保年間でも墓石(図 11)は文字の判読どころか、既に溶けて崩れ落ちそうになっている。下層農民が入手できる精一杯のものだったであろうが、耐久性は 100~150 年が限界である。

斐川町直江狼神社の狛犬(図 12)は同様に天保期のものとされている(永井, 2014)。これは剥離よりも亀裂が著しい。2018 年大田市の地震で倒壊する前から、破損が激しかった。

少し時代が下って、玉湯町金刀比羅神社の不動明王像やカラス天狗と同じく、石工幸八の灯籠(図 13)が玉作湯神社境内の素鷲(そが)神社前にある。慶応 3 年(1867)9 月の文字が見える。蘚苔類に覆われているが、火袋は当時のままと考えられ、十分な強度を有する。

前述の狼神社には、慶応 2 年(1866)6 月の灯籠(図 14)が存在する。火袋は破損して木の枠に置き換えられている。近年、笠の一部が崩壊してバランスを失いかけている。

同じ慶応期でも、特に設置場所の環境に差があるようには見えず、やはり当初の強度あるいは固結度に差があると考えられる。

また、岩屋寺の石塔のように単純な方形や球形の加工品は風化がさほど進まないが、狛犬や灯籠など手間をかけて成形した場合には劣化が早いように思われる。

これは、石見銀山の坑道や隠岐の島町福浦トンネルが人力で掘削したものは比較的残っているのに対し、重機やダイナマイトで盛大に掘削したものは剥離や落盤が激しいこととよく一致する。人間の手が加われば加わるほど、地山(岩石)の緩みを誘発するのである。



図 13 玉作湯神社の灯籠  
慶応 3 年(1867)



図 14 斐川町直江 狼神社の灯籠  
慶応 2 年(1866)

#### 4. 来待石利用の移り変わり

岡崎ほか(2018)では、16~17 世紀の来待石製石塔に関して製作状況の変化を考察した。

来待石はもともと寺院や石塔で用いられていたが、1600 年に堀尾氏の知行となってから数多く利用されるようになった。これは、以前の知行地である近江や浜松から一緒に来た職人集団が大きく関与している。

採掘・加工技術を持ち、組織的な生産体制を有していた堀尾氏であるが、来待石への思い入れというよりも、加工が容易で量産できる石材が身近に存在したことが大きい。

この時代は、急速に徳川幕府の権力が増大し、各大名に対する圧力が大きくなった時期で

ある。元和1年(1615)と寛永12年(1635)には強力な武家諸法度が制定され、一国一城令や参勤交代、鎖国令が発令された。

福島正則や加藤忠広らが次々と改易される中で、外様の堀尾氏は目立たぬよう精進していたと想像される。藩主の墓石を派手な花崗岩で立てるようなことはできなかったであろう。

後を継いだ松平氏は譜代大名であり、花崗岩類の石材が普及してきたこともあって、藩主の墓に堂々と瀬戸内海産花崗岩を用いている。

今までの調査で判明した時代背景や石造物の分布を考慮して利用状況の変遷を表1にまとめる。

表1 来待石製石造物 利用の変遷

年代	時代背景	階級	来待石の利用状況
1500年代	毛利氏	寺院	来待石、日引石(福井県)、白粉石(白来待石)、大山石など岩種が多様。小型の石塔が多い。
1600年代初頭	堀尾氏	寺院、藩主層 一部の重臣	来待石に集約。大型の石塔。堀尾氏に従って多くの技術者が移住。
1600年代前半	京極氏	寺院、藩主層	1634～1637年の治世。松江市竹矢町安国寺の京極高次供養塔は笏谷石(しゃくだにいし一元の知行地の越前国若狭小浜藩)で建立。
1600年代中期～ 1700年代中期	松平氏	重臣 上級藩士	主に石塔や墓石に利用。藩主層は瀬戸内の花崗岩を利用。
<b>1700年代前半、花崗岩類の加工技術が伝播――和泉国から団野八次郎(八兵衛)が移住</b>			
<b>1700年代後半、経済的興隆(新田開発、農業技術の発達、産業の育成) 文化的意識の向上(松平不昧公 風流を好む風土、文化の交流)</b>			
1700年代後期～ 1800年代中期	松平氏 江戸後期	上級藩士、裕福な農民・町人	狛犬や灯籠などの生産が増加。藩主層や神社仏閣では大東花崗閃緑岩を利用。
1800年代中期～ 1900年代中期	幕末～ 昭和中期	一般庶民まで利用が広がる	庭園や神社仏閣、記念碑などの大量に生産。富裕層は花崗岩類を利用。
1900年代以降	昭和後期～ 現代	利用が激減	来待石は利用が激減。出雲流庭園や神社仏閣でまれに利用。外国産花崗岩類が主流。

## 5. まとめ

- (1) 来待石は堀尾氏の時代になって多く用いられるようになった。
- (2) 当初は藩主や一部の重臣でのみ用いられていたが、その後、時代が下がるにつれて上級藩士や裕福な農民・町人にも広がった。
- (3) 特に、天明(1781-1789)から寛政(1789-1801)にかけて増加する(残っている)。
- (4) 幕末以降は一般庶民にも広く普及し、庭園や神社仏閣などで多く利用されている。
- (5) 現在では外国産の石材に押されて、生産は激減している。
- (6) 来待石は、細かい細工や加工が可能で、多様な石造物を生産できる。埋蔵量が豊富である。

- (7) 一方で加工後は風化の進行が速く、特に屋外で風雨にさらされて含水するような環境では強度劣化が起こりやすい。
- (8) 耐久性は、その材質と環境に大きく左右される。
- (9) 良質な部分を使い、最小限の加工を施せば、風雨にさらされる環境でも 400 年以上は原形を保っている。
- (10) 狛犬や灯籠など細工が細かい場合は、新鮮な部分を用いたとしても、屋外では 200 年程度が限界と考えられる。
- (11) もっと軟質な石材を使った場合は、100 年ほどで亀裂や剥離が進むことがある。
- (12) 元の強度が高いと亀裂が進行するような物理的風化が進み、材質が悪いと化学的風化が卓越して表層が剥離するように思えるが、今後、事例を集めてから判断したい。

今回の調査にあたり、松江市宍道町の岩屋寺と松江市栄町の圓成寺には、多大な御協力をいただくとともに掲載を快く許可して下さいました。また島根県地学会会長の永井泰氏には、来待石に関する貴重な文献を提供していただき、有意義なアドバイスを賜りました。ここに記して感謝申し上げます。

## 6. 参考文献

- 原裕二(2019)：出雲文化伝承館 出雲流庭園文化講座資料，4。
- 鹿野和彦・竹内圭史・松浦浩久(1991)：今市地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図福)，地質調査所，33-40。
- 鹿野和彦・山内靖喜・松浦浩久・豊遙秋(1994)：松江地域の地質，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図福)，地質調査所，55-60。
- 朽津信明(2010)：屋内と屋外での来待石製石塔の風化の違い，応用地質，Vol. 50, No. 6, 329-335。
- 永井泰・広江正幸(2010)：狛犬見聞録，ワンライン，158。
- 永井泰・齋藤正(2014)：島根の石造物データ，5-11。
- 岡崎雄二郎・西尾克己・稲田信・佐々木倫朗・樋口英行(2006)：来待石製大型石塔の出現とその歴史的背景，来待ストーン研究 7，来待ストーンミュージアム，23-32，55-59。
- 岡崎雄二郎・西尾克己・稲田信・木下誠・樋口英行(2018)：近世来待石製石塔出現の一起源，松江歴史館研究紀要第 6 号，40-41，49-50。
- 酒井禮男(2016)：機能性材料としての来待石，「来待石の科学と利用」講習会資料，来待石灯ろう協同組合技能士会。
- 沢田順弘(2000)：顕微鏡で覗いた来待石，来待ストーン研究 2，来待ストーンミュージアム，15-16。
- (一社)日本応用地質学会中国四国支部(2010)：中国四国地方の応用地質学，50-51，74。
- 横田修一郎・妹尾大輔・西山賢一(2006)：色彩変化から見た来待石の風化速度，応用地質，Vol. 47, No. 4, 192-193。

# 円成寺庭園で庭の見せ場「景趣絶佳」を探る

林 秀 樹

## 1 心地よさと造園作庭技術

持続的発展が可能な社会の実現をめざす SDGs。そのための技術に求められているものは、人びとの心地よい安心である。特に建築や都市計画などの技術では合理性だけではなく、人びとの暮らしに密着した安全安心な技術が求められている。

日本庭園は、石燈籠などの添景物の製造、飛石や石組みの配石、庭木の植栽・育成・剪定と多種多様な技術が必要である。しかし、それだけではない。日照や風向き等にも配慮し、心地よい空間を構成することに腐心するのである。その地で培われた伝承や文化などの民俗学的な知識を求められることも多い。

これまでの庭園調査でわかってきたことは、庭は単に美しく飾るだけでなく、安心安全を求める人びとの秘められた思いが隠されているということである。

そのため、本稿は技術的観点からだけでなく、作庭に関わる庶民信仰などの分野にも言及した報告になっている。ここで展開している推論は民俗学的知見の少ない筆者の思い切った推論であることを予めお断りしておきたい。

## 2 日本庭園の景趣絶佳

存亡の機に瀕する地方の日本庭園を「見せ場の喪失」という観点から述べてみたい。

これまでの庭園調査で、「出雲では庭園の最大の見せ場には石燈籠が据えられている」と述べてきた。

「庭の一番の見どころはどこか」を探り紹介してきたつもりである。

見せ場を見つけられなくなると、庭の魅力は半減してしまう。見せ場の大切さを強調するため、本稿から「景趣絶佳」という四字熟語を使うこととする。

ここでは松江城を築城した堀尾氏とゆかりの深い円成寺庭園に着目し景趣絶佳を探って見たい。

この庭には来待石造では現存最古といわれる「六角地藏燈籠」が据えられている。来待石造としては唯一無二の意匠を持つ石燈籠を中心に据えた庭づくりについて「忘れられた風趣絶佳」を考えて見たい。



左 出雲流個人庭園(奥出雲町)

中門から眺める一幅の絵画 唐金形石燈籠

右 八雲本陣庭園(松江市宍道町)

客間 正座から眺める織部形石燈籠

### 3 景趣絶佳は風光明媚

日本庭園の見どころを賞賛する時、風光明媚より景趣絶佳が良いと考えている。庭園を案内するとき、「庭の一番の見どころはここ」と言っても、人びとの感性に訴えるインパクトが弱い。良い表現はないかと調べていたら「景趣絶佳」という四字熟語を見つけ出した。

一般に景観分析をするときなどに、美しい景色が臨める場を View Spot と表現する。これは単に視点場を意味する言葉で、見どころを示すものではない。英語で多用する Beautiful Spot、Sightseeing spot のよい日本語訳を探ってみた。

日本語では、美しい景観を表現するとき「眺望絶景」「風光明媚」などを使うが、いずれも野外で広く見わたす場所の美しさを表現するときのものである。広場の大きな噴水や樹形の整った街路樹を見て、「風光明媚」などとは言わない。

庭園においても回遊式の大名庭園などの絶景は、風光明媚といっても良いだろうが、一般的な寺院庭園や個人庭園では違和感がある。やむなく、庭の景観構成上最も重要視している場所を「見せ場」と表現してきたが、残念至極であった。

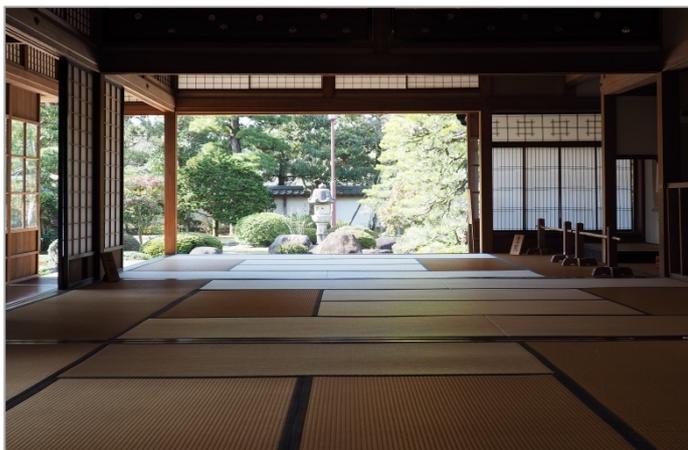
四字熟語は、「一石二鳥」「温故知新」など馴染みも深く、呪文めいた言葉ではあるが、人びとの心に響く。風光明媚などのような四字熟語の中で、庭園の美しさを表現として「景趣絶佳」が耳あたりが良い。

庭園の調査研究を続けていると、出雲流庭園のような小規模な座観式庭園にも庭を眺める一番の「見せ場」が隠されていることが解ってきた。これまでは「出雲では庭園の最大の見せ場は石燈籠が据えられている」とか「短冊石と駕籠置き石を一度に見ることができる場はここです」などと表現していたが、「景趣絶佳の石燈籠」とか「ここから見る短冊石と駕籠置き石は景趣絶佳」と言えば、心に響き、庭への興味が増すのではと考えている。

出雲流庭園の景趣絶佳について簡単に述べる。この庭には二種類の景趣絶佳がある。

- ① 屋敷を訪れた人たち誰もが容易に眺める景趣

土間(白庭)から庭を遠望すると、広がり感はないが石灯籠を中心に一幅の絵。主木クロマツや短冊石、駕籠置き石など庭の主役を見ることができない。



出雲文化伝承館の景趣絶佳

上:土間からの景趣⇒皆が容易に眺められる

下:客間の正座からの景趣⇒正客だけが眺められる

② 客間（おもて）に通された客(許されたもの)だけが眺める景趣

客間から眺めると庭の広がり感を楽しむことができる。床の間を背にした正座の主客だけが主木クロマツ、巨大な駕籠置石、長台な短冊石の全景を見る。

#### 4 圓城寺庭園の景趣絶佳

圓城寺庭園の景趣絶佳は、客殿の正座から眺める六角地蔵燈籠である。北東の蓬莱石と燈籠に隣り合わせた井桁も庭の景趣を引き締める。

2021年6月技術士会の庭園調査の一環で圓城寺庭園を拝観した。これまで拝観調査した寺院庭園とはおもむきが違うところもあるが、庭の中心に石燈籠が据えられている庭の意匠は、出雲市の康國寺庭園や雲南市の峯寺庭園と似かよったものとなっている。しかし、この庭の石燈籠は他では見ることのない希有の意匠を持つ。来待石造では唯一無二の石燈籠である。



正座から石燈籠を見ると竿に陽刻された地蔵尊とともに太陽と月の文様を透かした火袋を見ることができる。火袋は普段見慣れた南中した月を透かす文様とは異なり、月の影の部分が上となっている。上弦月が没する直前か、下弦月が出た直後である。謎深い意匠であると感嘆した。

圓城寺庭園の丁寧に観察すると、出雲の庭園様式を踏襲しているところもあるが、この庭特有の意匠も多い。

唯一無二の石燈籠六角地蔵燈籠。この石燈籠は、平成8年3月松江市指定文化財（工芸品）に登録されており、慶長9年(1604)の紀年名を確認したとある。来待石造では最古のものである。

今回調査したところでは、陽刻された地蔵の下段に文字が彫られていることは確認出来るが判読できない。25年経過して、風化が進んだのであろう。

本稿では、この六角地蔵燈籠に焦点を当て謎多き圓城寺庭園の不思議を探っていくことにする。

#### 5 圓城寺庭園の成り立ち

圓城寺は、松江城を築城した堀尾家とゆかりが深い寺である。松江城を背にするこの寺は、城の真南に位置する。山に阻まれ庭から城を見ることはできないが、寺の裏山に上がれば天守閣が遠望でき、城からも圓城寺の麓を臨むことができる絶好の場所に建立されている。

松江城は、北東の鬼門には千手院、南西の裏鬼門は報恩寺を配し、邪気封じをしたといわれている。江戸城などと同じように方位を気にして築城されたのである。

千手院や報恩寺は築城前からある真言宗の古刹である。床几山から亀田山を望み築城位置を決める際に、堀尾吉晴親子は千手院や報恩寺の方位を確認し、鬼門封じ

をしたのではないかと考えている。

陰陽五行では冬至の方位となる北と夏至の方位である南についても、陰陽が始まる方位として大切にしている。そのためか、城の真北には、富田城下広瀬から洞岳寺を移し、真南に位置する圓城寺も同じく広瀬から城安寺を移転し開山したことも方位の縁起を気にしてのことであろうか。

右は圓城寺庭園の全景である。庭園は客殿の北側に広がる枯山水様式である。庭の中心は六角地蔵燈籠、その左右に大きな伏石と井桁が据えられている。



圓城寺庭園全景

寺院庭園で多用される神仙蓬莱思想の石組み、三尊石や須弥山石などは見あたらない。

庭の北東端にはこの庭では唯一となる立石が据えられている。蓬莱石であろうか。庭木のクロマツや伏石の配石、飛石の打ち方などは、他の出雲の庭と同様な作庭手法が取り入れられている。

## 6 六角地蔵燈籠は石幢文様

圓城寺の六角地蔵燈籠は、六地蔵を陽刻した幢身の上に日月文様の火袋が設えた希有な石燈籠であると考えている。

### ① 石燈籠の竿

この地蔵尊は、石燈籠では竿と呼ばれている石柱に陽刻されている。右は円成寺本堂の木製の燈籠である。竿とは、このように火袋を支える細く長い柱をいう。石燈籠の竿が太いのは、重い石造の火袋や笠などを支えるためであり、あくまでの燈籠の付属物であり添え物である。竿が太くなったことから、献上者の名や祈念日などを石彫するのである。石燈籠の主役はあくまでも火袋である。



仏前の燈籠

このように考えると、六地蔵が陽刻されている石柱は竿とは異なるものと判断せざるを得ない。

正確に言えば、圓城寺の六角地蔵燈籠は、いわゆる石燈籠ではないと考えている。

### ② 石幢の地蔵尊

松江市の菅田庵庭園にある地蔵石燈籠と呼ばれる石造物は、火袋(龕部)に地蔵が陽刻されている。これと似た石造物は全国に多数残されており、地蔵石幢と呼ばれている。近年は石幢という言葉がわかりづらいということもあって、「六地蔵石燈籠」と通称されているところが増えている。



菅田庵 地蔵燈籠

③ 石幢とは

最初に石幢の由来を整理する。

石幢は、鎌倉・室町時代に多く作られたという。右は南あわじ市に保存されている六面石幢である。国立文化財機構の紹介では「石幢とは仏堂内を飾る幡(はた、バン 法要の場などを供養する旗)を六または八角に組み合わせた石造物」とある。仏堂内の仏具であった石幢が屋外に据えられるようになったのは、室町時代以降で、地藏信仰の広がりとともに龕部(がんぶ)に六地藏を陽刻したものが各地に広まったという。

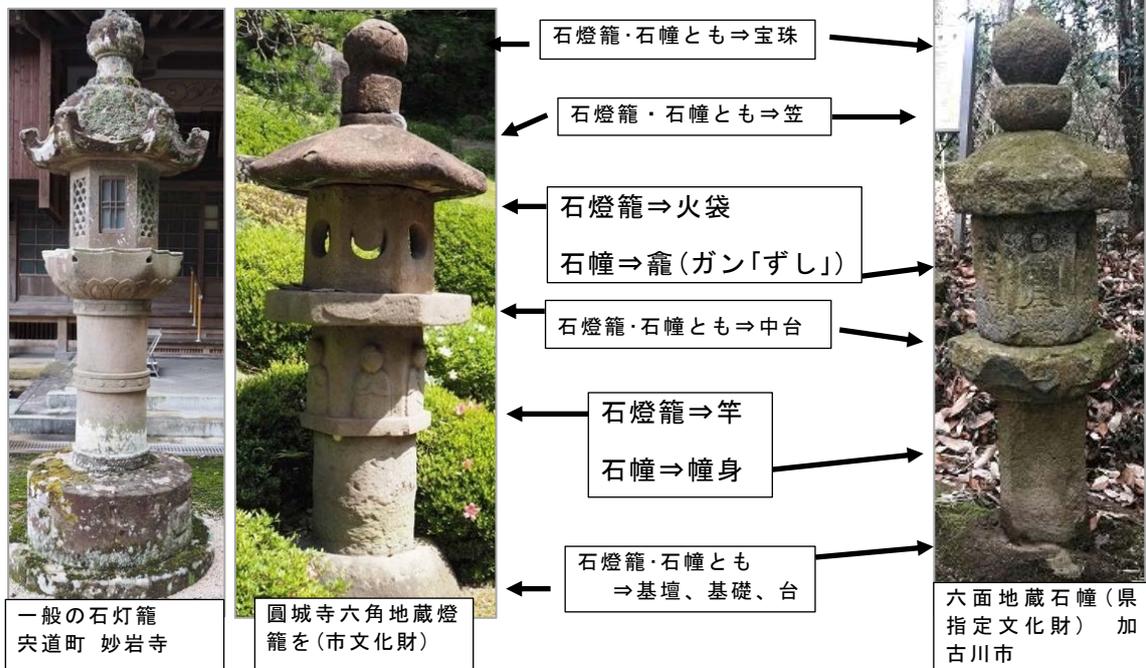
しかし、出雲部をはじめ山陰では見ることが少ない石造物である。これまでに観察したのは、菅田庵、八雲本陣だけである。



六面石幢(有形文化財)南あわじ市

④ 石燈籠・六角地藏燈籠・六地藏石幢(六地藏燈籠)

圓城寺の六角地藏燈籠を一般的な石燈籠と比較整理した。



上の比較図も見て、圓城寺石燈籠の意匠の特異性がわかる。

圓城寺の六角地藏燈籠は、石幢と燈籠のそれぞれの意匠を取り入れた希少な石造物だと思っている。

⑤ 六角地藏燈籠の火袋

石燈籠の火袋に月と太陽をあらわす「日月(じつげつ)の透かし」を入れることは多い。火袋が明るく輝くことを願っての意匠である。そのためか月は、右のように一番明るく輝く南中時の姿を彫り込むのが一般的である。南の空高く月が上がっていることを喜ぶのである。

ところが、六角地藏燈籠の月の透かしは影の部分が上にな



南中頃の上弦月  
松江市八雲本陣庭園

る特異な形である。天空の月の動きは図に示したので対照すると解りやすい。

この不思議な月の透かし文様はどこかの解説で見たことがある。いつかは行ってみたいと願っている桂離宮の紹介記事である。

月を水盤に映して楽しむ浮月の手水鉢のある笑意軒、その船着きにある火袋と笠のだけの燈籠である。日月文様の左は、星をあらわし、三光燈籠と呼ばれている。



桂離宮 三光燈籠 日・月・星で三光



圓城寺の六角地藏燈籠の火袋とそっくりの意匠と思っている。圓城寺燈籠の火袋は、六面に丸い太陽と月と星が表現されていると思うとさらに興味が深まる。

しかし何故、月の文様については不思議で一杯である。

上弦の月だとみるなら月が西に沈む直前の真夜中、下弦の月とみるなら月が出た直後の真夜中である。

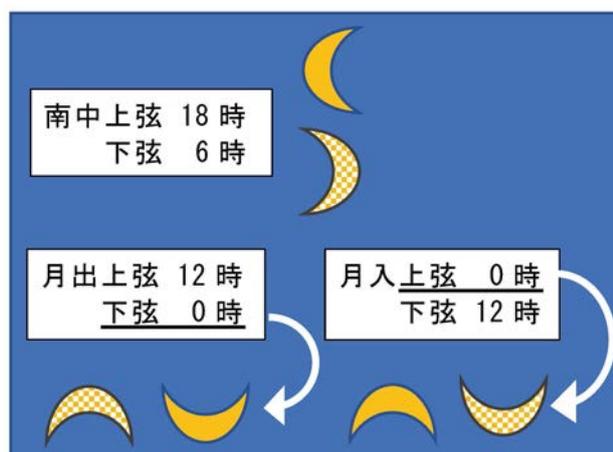
石幢の六地藏とこの月の文様は関係があるのか。わざわざ石幢と石燈籠を複合した石造物にしたのかを考えるとした人はどんな職業の人だったのか。謎解きは始まったばかりである。

さらには、この六角地藏燈籠を一番大切な場所に置き、守り続けた人びとの思いも探っていければと思っている。

二方向から火袋を眺める

左:客殿から北を眺める⇒月を挟み両側に日

右:北から客殿を眺める⇒満月を挟み左が星。右が太陽



## 7 六角地藏燈籠のタイムライン

六角地藏燈籠は、圓城寺の開山にあわせて建立されたものではない。開山の30年以上前の慶長九年には作られていた。

生い立ちを探るとますます謎が深まる。まず、この謎解きのため、六角地藏燈籠に関するタイムラインを整理した。

1600年(慶長5) 堀尾吉晴 浜松城主から富田城に移り松江藩治める

**1604年(慶長9) 六角地藏燈籠完成**(竿・幢身に「慶長九年」と石彫)

1607年(慶長12) 松江城築城開始

1611年(慶長16)正月 松江城完成 白潟・末次⇒二郷あわせて松江と命名  
1611年(慶長16) 堀尾吉晴 瑞応寺建立(天倫寺付近) 春龍玄済を浜松天徳寺からを招き開山  
1611年(慶長16)6月 堀尾吉晴没  
元和年間(1614~1625) 春龍禅師退隠し、意宇郡乃木村隠栖(庵を結ぶ)  
1633年(寛永10) 堀尾忠晴 没 小浜藩から京極忠高入封  
1635年(寛永12) 瑞応寺を移転「鏡湖山圓成寺」開山 堀尾家追善、忠晴の廟庭園作庭?

ここでは、タイムラインにそって燈籠の作製地、作製依頼者、設置場所等の謎解きを試みる。

- ① 作製場所 ・ 来待石造であることから、出雲で制作
- ② 作製依頼者 ・ 出雲の外から来た者であるが、堀尾氏の可能性は低い  
・ 出雲には無い石幢形石灯籠を知る者  
・ 火袋の三光文様(日・月・星)を知る者
- ③ 設置場所 ・ 石幢は仏堂内に据えるのを原則  
・ 屋外に据えるとしても寺院・庵などの宗教的敷地

春龍禅師が退隠して、現在の円成寺の敷地に庵を建立し隠栖したのが、元和になってからである。やはり、堀尾氏が松江城築城したこととは、異なる次元で、この石地蔵はまつり続けられていたと考えることができる。

この地に江戸初期まで善光寺があったとの伝承も残っている。現在の善光寺は、1キロメートルほど南にあるが、寺の縁起によると、元は圓城寺山にあり、江戸初期に西忌部町の福王寺と合併し、現在の地に移転開山したとある。善光寺の山号は弍碕山であり、福王寺元の地「弍碕」の名を使っているので寺の合併は事実であろう。

これらのことから、

- ① 圓城寺山から善光寺が浜乃木に合併移転
- ② 六角地蔵燈籠建立
- ③ 春龍禅師退隠、圓城寺山に庵を結び隠栖 六角地蔵燈籠残置
- ④ 圓城寺建立 客殿庭園の中心に六角地蔵燈籠を配置(この時井桁整備)

六角地蔵燈籠のタイムラインについては、少し整理できたと思っている。

しかし一番に解明したいと思っていた「誰が何のために」という謎は、残されたままである。

## 8 六角地蔵燈籠の本歌

六角地蔵燈籠は来待石製の燈籠としては、他に類を見ない唯一無二の意匠であることは何度も述べた。

その理由は、出雲地方の社寺や民家に無数に点在する来待石燈籠を調べた中では、六角地蔵燈籠と同じ意匠の燈籠を見つけることができないからである。謎多き石燈籠である。

石燈籠の「本歌」という言葉がある。刀剣などでも使うようだが、最初に作られたオリジナルを言う。

例えば、来待石製で最も多い石燈籠は春日形である。火袋に鹿の絵が陽刻されているからすぐに見分けられる。本歌は、奈良の春日大社奥の院に大切に保存されている。その本歌を見た人びとが石工に依頼し、同じ意匠の石燈籠を作り続けたのである。

先に述べたとおり、地蔵形石幢は、室町時代には各地で作られたとの記録がある。先に紹介した菅田庵の六地蔵燈籠は本歌を探ることが容易と考えている。

しかし、圓城寺の六角地蔵燈籠の本歌はどこか想像することができない。石幢と石燈籠との合作と言うだけでなく、石燈籠の竿を龕部した特異な意匠を作った理由がわからないのである。

誰が何のため作ったか、特異な意匠の六角地蔵燈籠について謎解きを続ける。

## 9 六角地蔵燈籠と井桁

圓城寺庭園の中心は、井桁と六角石燈籠であることは先に述べた。

ここでは、庭の井桁についてその役割を考えて見たい。

枯山水様式の庭で水を表現するため、手水鉢を置くことが多い。出雲では天水と呼ぶ巨大な手水鉢を石燈籠とあわせて庭の中心に据える。

一方、井桁も水を象徴するものでありながら、出雲の庭に井桁(井戸)を据えることは少ない。

しかし、驚くことに城を挟んで北に建立された洞岳寺庭園にも井桁があるのである。松江城築城にあわせて、城の南北を治めるかのように建立された寺がある。

庭の井戸(井桁)に何か隠された伝承があるのでとは調査を続けているが、解らないままである。

手探りが続く中、圓城寺庭園の井桁と六角地蔵燈籠の成り立ちについて仮説を立て、検証してみたい。



上：圓城寺庭園  
客殿から眺める景趣  
・井桁(井戸)と六角地蔵燈籠  
下：洞岳寺庭園 松江市奥谷町  
客殿から眺める景趣  
・龍虎仕立てクロマツとサツキと井桁(井戸)

出雲でも庶民に地藏信仰が広まり、村の境界には路傍の六地藏が多く残っている。隠岐に流された小野篁の「あごなし地藏」の伝承を聞くことも時折ある。

井戸は異界の入口という俗信がある。小野篁の足跡を調べて、京都の六波羅に出かけた際に、小野篁像のある六道珍皇寺の井戸と地獄絵図を鑑賞した。

右上の井戸は、京都六波羅の六道珍皇寺、庭の中央に井戸と小さな石地藏が据えられている。地獄への入口となる井戸で小野篁が地獄に通ったとの伝承が残る。

地藏菩薩と地獄について、少し補足しておきたい。右の絵図は、京都の寺で撮影した地獄絵図である。地獄で地藏菩薩が夭折した子どもたちを救っている姿が描かれている。祖母と外出し路傍の石地藏に出会うと、せかさされて一緒に拝んだものである。俗信ではあるが、心地よい安心感が残ったことを今でも思い出す。

タイムラインで検証したとおり「圓城寺開山前から、この地には既に井戸と六角地藏燈籠があった」と仮定すると一つの解が出るように思っている。庶民信仰の中では、地獄で子どもたちを救う地藏菩薩と冥界につながる井戸は、小野篁の伝承と共に語り継がれていたと考えられるとおもしろい。

本山は城主堀尾忠晴が没し、堀尾家が断絶した後堀尾家追善のため、建立して寺である。開山後も庶民の地藏信仰の象徴であった六角地藏燈籠を大切に扱い、移転することなく、庭の中心としたと考え、当時の情景が浮かび上がってくるような気になってくる。

井桁(井戸)については、城の北の洞岳寺庭園と対照し、さらに検討を続けてみたい。城下を建設するときたくさんの井戸が掘られ、今も残り利用されているものも多い。南北の寺院の井戸は、城下に豊かで清浄な水を願う「祈りの井戸」ではないかと考えることはできないのだろうか。

## 10 景趣絶佳を再発見

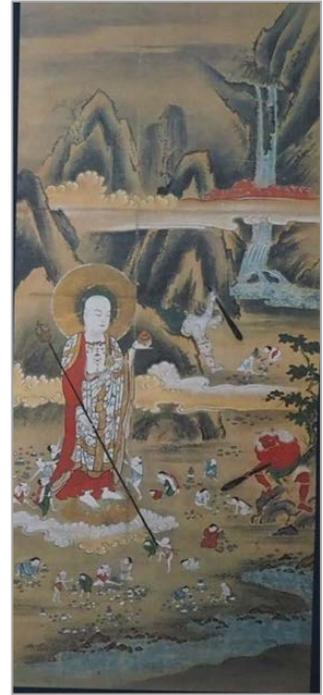
出雲流庭園と寺院庭園はそれぞれ異なる意匠で構成されているが、「ここぞ」という庭の見せ場には石燈籠が据えられている。出雲の庭の景趣絶佳である。

本稿では、圓城寺庭園のシンボルである六角地藏燈籠の謎解きに始終し、この庭に秘められた魅力の探究がおろそかとなった。何故この石燈籠を庭の中心に据えたのかなど、さらに解明を続けて行く必要があると考えている。



左上：京都六波羅  
六道珍皇寺  
小野篁が地獄に出かけたとの伝承が残る井戸

左下：地獄絵図  
夭折した子どもたちを救う地藏菩薩  
京都六波羅 西福寺



一般には、寺院庭園では神仙思想などを取り入れた鶴亀の庭などの池泉式庭園が多いが、出雲地方では少ない。この庭を見ていると出雲市の康國寺庭園との類似点に気がつく。同じ臨済宗妙心寺派の寺であるからだろうか、

康國寺庭園の唐金形石燈籠と六角地蔵燈籠、その意匠は全く異なるが、石燈籠に託す秘められた願いがあるとすれば何か、このことについても考えを深めていきたい。

さらには、松江城を挟んで南北に建立された寺院の庭に共通する井桁も謎を解明すると面白いと思っている。ここでは、六角地蔵燈籠と井戸から小野篁伝説に行き着き、私説の推論を展開してみた。賛否は分かれるとは思っているが、謎解きには大胆な提案も必要では無いかと考えている。

本稿では、庭づくりに関するたくさんの仮説を立て検証してきたが、資料不足、検証不足など論拠が弱いものも多い。

これからも歴史民俗の分野も含め、多様な面からの検証を続け、円成寺庭園をはじめとした出雲の庭園について謎解きと魅力を探求していきたい。

もうひとつ取り組むべき課題がある。

出雲燈籠の名で日本各地の庭園や社寺に納められていた、来待石燈籠の行く末である。

出雲特産の来待石は、軟石であり脆弱な材質であるとの評価が一般的である。しかし、この六角地蔵燈籠は、石彫されている文字は読むことができなくなっているが、400年以上経過したとは思えない程、損傷は少ない。来待石でも風化に強い硬質の石質だったのか、それとも風雨や凍結を防ぐための保存対策が取られていたのか。

このことについて解明できれば、来待石の長期保全の可能性についても展望できると期待している。引き続き調査分析を続けてみたい。

#### 参考資料

- ・写真：三光燈籠及び石幢については、宮内庁、文化財関連 HP から複写  
その他については、筆者が撮影
- ・円成寺縁起：円成寺作成パンフレット、島根県大百科事典(円成寺)
- ・善光寺縁起：しまね観光ナビ:善光寺、全国善光寺会 HP

## 12年目の活動を迎えて-継続は力なり-

和田 浩

### 1. はじめに

昨年コロナ禍の影響で今年度に延期となった「第3回全国未成線サミット in 浜田」(以下、「サミット」と称す)は、11月13日、14日の両日、無事に開催する事が出来ました。天候にも恵まれ参加いただいた皆様には、汽車が走ったであろう建設当時に思いを馳せながら遺構を楽しんでもらえたのではと思います。

今年度よりNPO法人江の川鐵道(以下、「江の川鐵道」と称す)との連携が本格的に始まりました。まずは、旧三江線沿線の見所(施設・景観等)を紹介する目的として、「旧三江線ガイドブック制作」の支援・監修を行うこととなりました。江の川鐵道との合同現地調査を行い、今年度中の作成を目指しています。三江線の報告は、「旧三江線ガイドブック制作支援(酒井さん)」をご覧ください。

昨年同様、樋口輝久先生(岡山大学、土木学会選奨土木遺産選考委員会幹事長、同土木史委員会幹事長他)と連携して活動を行いました。また、樋口先生はサミットのパネリストとして選奨土木遺産に認定された経緯や遺構を通じた地域活動の事例等(別所砂留等)を紹介していただきました。

本報告は今福線に関する活動内容について行うものである。

### 2. 令和3年の活動内容

活動の概要は下記の通りである。

#### (1) 第3回全国未成線サミット in 浜田への参画と参加

11月13日、14日に開催されたサミットに参加した。13日のサミットには約250名、14日のエクスカージョンには80名の参加者があった。令和2年12月に立ち上げられた実行委員会に参画し、企画・運営・広報・環境整備について、ワーキンググループ(以下、「WG」と称す)での活動を通して計画や提案をし、私はWGの幹事として意見の取りまとめや分科会への情報提供を行った。実行委員会は4回、WGでの会議は合同現地調査を含めて4回行った。エクスカージョンでは、今福線ガイドの会(以下、「ガイドの会」と称す)の皆さんと協働で遺構の説明を行った。

#### (2) 旧線遺構の現地計測と図化

遺構の図化及びデジタル化を目的として現地調査及び計測を行った。

① 旧線の5連アーチ橋と1連アーチ橋の現地計測

#### (3) 土木学会中国支部との連携

① 調査研究活動助成金制度の活用

分科会の活動に要する交通費について本制度の助成金を活用した。

#### (4) NPO法人江の川鐵道との交流

「旧三江線ガイドブック制作」の支援・監修として、江の川鐵道と合同で現地調査を行い、ガイドブックに掲載する遺構の抽出、その記載内容(土木技術)や制作にあたり意見交換及び提言を行った。

活動内容を取りまとめたものを表2.1に示す(実行委員会は第1回より記載)。

表 2.1 分科会活動内容一覧表

年月日	活動内容	備考
令和2年 12月9日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第1回実行委員会」への参加	参加人数 1名 和田 実行委員会数 27名
令和3年 4月30日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第2回実行委員会」への参加 ・令和2年度事業報告、令和3年度事業計画の審議 ・ワーキンググループ（◆企画・運営 ◆広報・環境整備）	参加人数 1名 和田
6月11日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第1回広報・環境整備に関するワーキンググループ」への参加 ・ワーキンググループ役割、リーダー選任、企画案 ・広報関係、ポスター、チラシ作成、環境整備関係	参加人数 1名 和田
6月17日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 エクスカーションコース現地見学会」への参加 ・エクスカーションコースの事前調査	参加人数 1名 和田
6月25日	「今福線を活かす連絡協議会 総会」への参加 ・令和2年度活動報告、令和3年度活動計画の審議 ・第3回全国未成線サミットの開催について（開催時期、実行委員会）	参加人数 1名 和田
7月6日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第2回企画・運営に関するワーキンググループ」への参加 ・サミットプログラム案 ・エクスカーション企画案 ・おもてなし企画	参加人数 1名 和田
7月19日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第2回広報・環境整備に関するワーキンググループ」への参加 ・エクスカーション見学会の結果及び環境整備について ・広報関係	参加人数 1名 和田
8月4日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第3回実行委員会」への参加 ・経過報告(事業計画作成経過、事業計画案、環境整備、広報関係) ・実行委員会予算 ・スケジュール	参加人数 1名 和田
8月28日	「旧三江線ガイドブック制作」支援 意見交換会 ・調査日程、調査方法、制作スケジュール ・選奨土木遺産認定に向けての確認事項 「今福線研究分科会」 ・今年度の活動内容と日程について	参加人数 6名 村上、酒井、桑野、岸根、行武、和田 江の川鐵道より3名
9月25日 9月26日	「旧三江線ガイドブック制作」支援 現地調査（第1回） ・9/25 江津駅～因原駅 ・9/26 因原駅～粕淵駅	参加人数 6名 松原、嘉藤、酒井、岸根、行武、和田 江の川鐵道より3名 案内2名
10月5日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会 第4回実行委員会」への参加 ・経過報告（申込状況、事業計画、環境整備） ・実行委員会予算 ・新型コロナウイルス感染症対策 他	参加人数 1名 和田
10月16日 10月17日	「旧三江線ガイドブック制作」支援 現地調査（第2回） ・10/16 三次駅～口羽駅 ・10/17 宇都井駅～粕淵駅	参加人数 4名 樋口先生、酒井、永田、岸根、行武 江の川鐵道より5名
10月24日	「旧三江線ガイドブック制作」支援 現地調査（第3回） ・口羽駅～宇都井駅	参加人数 1名 酒井 江の川鐵道より1名
11月13日 11月14日	「第3回全国未成線サミットin浜田実行委員会」への参加 ・11/13 サミット：参加者250名 活動事例発表(五新線、岩日北線、油須原線、高千穂線、三江線) パネルディスカッション(遺構の魅力、周知のための工夫・取組み) ・11/14 エクスカーション：参加者80名(バス4台) 下府駅から下長屋トンネルまでの沿線を見学 これまでの調査研究で判明した技術的な事項や謎について解説	参加人数 10名 樋口先生、木佐、村上、嘉藤、 桑野、永田、佐々木、松浦、渡辺、 行武、和田
11月27日	「今福線研究分科会」現地調査と三江線ガイドブック制作意見交換会 ・旧線遺構のアーチ橋(2橋)計測と現地試験 ・今後の活動についての意見交換 ・三江線ガイドブック制作の状況と意見交換会	参加人数 10名 樋口先生、嘉藤、酒井、桑野、 永田、佐々木、岸根、渡辺、木村、 行武、和田

※参加人数は島根県技術士会からの人数を示す

### 3. 分科会活動

#### 3.1 第3回全国未成線サミット in 浜田

「第3回全国未成線サミット in 浜田」の概要は以下の通りである。

テーマ：「鉄道遺産を活かした地域活性 ～産業観光への活用～」

開催日：令和3年11月13日（土）、14日（日）

開催場所：サミット・・・石央文化ホール

エクスカージョン・・・浜田市内（下府地区～宇津井地区～佐野地区）

参加者：サミット全体では、約250名が参加

木佐会長（13日）、村上、嘉藤、桑野（13日）、永田（13日）、佐々木、松浦（13日）、渡辺、行武、和田、樋口先生（合計11名）

内容：

1日目（13日） 13:15～16:30（サミット）

##### ◆今福線の紹介

今福線ガイドの会による紹介（しまね映画塾での作品を紹介）

##### ◆活動事例発表 五新線、岩日北線、油須原線、高千穂線、三江線

各未成線（廃線）の現在の活動状況について発表

##### ◆パネルディスカッション

コーディネーター 島根県立大学

西藤 真一准教授

パネリスト

岡山大学 土木学会選奨土木遺産委員会幹事長

樋口 輝久准教授

廃線・未成線研究者

秋田 紀之氏

NPO法人 J-heritage 産業遺産写真家

前畑 温子氏

今福線ガイドの会 副会長

山本 久志氏

浜田市長

久保田 章市氏

今福線の①「遺構」の魅力や②魅力を知ってもらうための工夫、について各パネリストからの発表と他地区での事例紹介を基にした提案があり、最後に今福線へのエールとして、現在の活動を継続していくことが重要であると皆様より提言を頂いた。

##### ◆大会引継式

浜田市長から第4回開催地の高千穂町長 甲斐氏へ引継証が渡された。

2日目（14日） 8:00～13:30（エクスカージョン）

参加者80名がマイクロバス4台に分乗し二班に分かれ（出発の時間差30分）浜田駅を出発、下府駅から旧線を通して新線・旧線の交差部である下長屋トンネルまでの遺構や周辺景観を見学した。

降車して説明を行った遺構は、①下府駅、②橋脚群、③選奨土木遺産の銘板がある4連アーチ橋～今福第四トンネル、④おろち泣き橋、⑤第一下府川橋～下長屋トンネルの5箇所である。

各バスには案内役としてガイドの会より2名、今福線研究分科会からは、村上さん、嘉藤さん、渡辺さん、和田の4名が、今までの調査研究で明らかになった事項や技術的な面について説明を行った。

特に、下長屋トンネル内では、プロジェクターによりトンネル壁面をスクリーンとして、下長屋トンネルでの謎（内空断面が佐野側と今福側では異なる・2本のトンネルが1本となる：令和元年度\_研究報告参照）と新線トンネルの謎（2種類の内空断面の型式：平成30年度\_研究報告参照）の内容やその理由（推察）について解説を行った。

エクスカージョン後は、石見まちづくりセンター佐野分館（体育館）において、佐野・宇津井地区まちづくり推進委員会今福線部会の皆様によるおもてなしがあり、昼食（弁当・豚汁）とお土産（お米・野菜等）を頂いた。



会場風景



ロビー状況



高千穂線事例紹介(甲斐町長)



パネルディスカッション

鉄道遺構再活用のパターン	
区分	内容
レール利用	動態展示 ①鉄道自転車(人力) ②鉄道自転車(エンジン付き) ③鉄道自転車トロック(簡易客車台車付き)
	遊覧列車・トロック列車 その他
	遊覧車道 自転車道 歩道 一般車道
	バス専用道 遊覧展示 倉庫 その他
数設前未成線含む 遊覧利用	遊覧展示 倉庫 その他
レール再敷設	鉄道 その他
未成線の活用事例	
五新線(バス専用道路)	
油谷原線(観光トロック路線)	
佐久間線(自転車道・ワインセラー)	
高千穂線(観光トロック路線・公園)	
若口北線(遊覧車道)	
今福線(遺構展示・一般車道)	
橋梁・路盤・トンネル トンネル利用等 駐車場・公園・工場・宅地等 撤去後再敷設による鉄道事業等 レールバイク等の事例あり	

活用事例



引継式



マイクロバスにて出発



下府駅にて



橋脚群にて



1連アーチ橋・今福第四トンネル



下長屋トンネル内での説明  
図 3.1.1 サミット状況写真



佐野体育館でのおもてなし

### 3.2 現地調査と今後の活動及び旧三江線ガイドブック制作の意見交換

平成 26 年より本分科会の目的の一つとして行っている遺構のデータ化を、5 連アーチ橋（県道佐野波子停車場線）と 1 連アーチ橋（今福第四トンネル先）において、現地計測と現地試験を行った。

意見交換として、今後の今福線研究分科会の活動と旧三江線ガイドブック制作の支援に関する経過報告が行われた。

調査日：令和 3 年 11 月 27 日（土）

参加者：嘉藤、酒井、桑野、永田、佐々木、岸根、渡辺、木村、行武、和田、樋口先生（合計 11 名）

内容：現地調査と意見交換

#### ◆現地調査

- ・アーチ橋（2 橋）の橋長、支間長、脚高、幅員（有効幅員、全幅員）、アーチ部材の厚さ、柱断面を計測。計測結果を下図に示す。
  - ・RC レーダー探査結果：他のアーチ橋同様、鉄筋と思われる波形は見当たらず、無筋コンクリート構造であることを確認した。
  - ・シュミットハンマによる圧縮強度結果：平均は  $43 \text{ N/mm}^2$
- 5 連アーチ橋において県道路事業で施工された重力式擁壁（無筋構造）の強度が  $21.9 \text{ N/mm}^2$  であったことより、同じ無筋構造ではあるが遺構の方がかなり強度が高いことが確認できた。

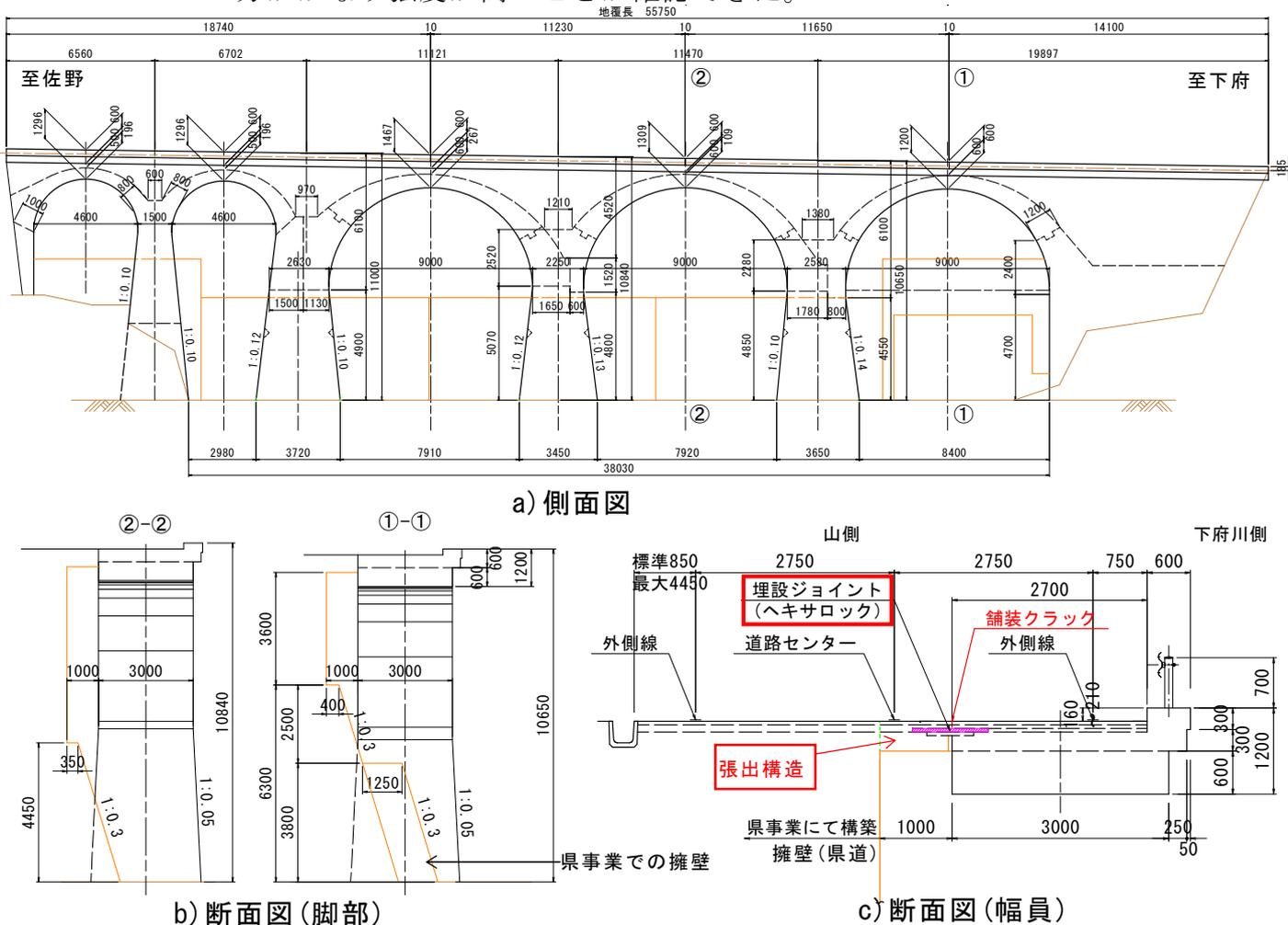


図 3.2.1 5 連アーチ橋計測結果図

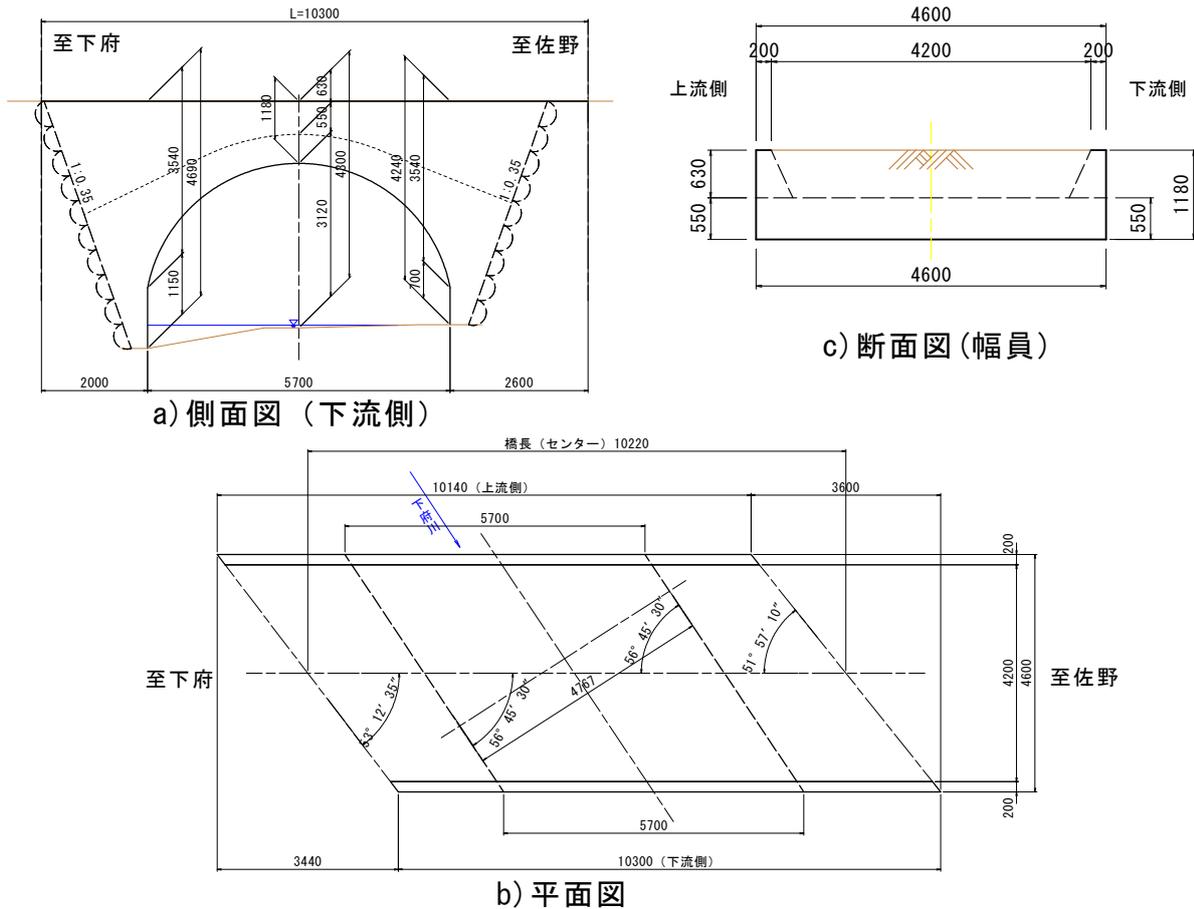


図 3.2.2 1 連アーチ橋計測結果図

- 5 連アーチ橋部の県道は、今福線の遺構を下り車線として利用し、山側に拡幅（山切+擁壁）を行っており、遺構と擁壁とは図 3.2.1 に示すように張出構造が施工され、今福線とは縁切りをした構造となっており、路面部は埋設型伸縮装置であるヘキサロックが設置されている。図面作成をしたことで、県道の下り車線側に発生しているクラックの位置が、ちょうど張出部とアーチ部の境目であることが判明した。クラックは経年の車両交通の影響によるものと思われ、漏水が見られない事より、ジョイントとしての機能は確保できていると思われる。今後は適切な維持管理が必要となってくる。



図 3.2.3 舗装クラック

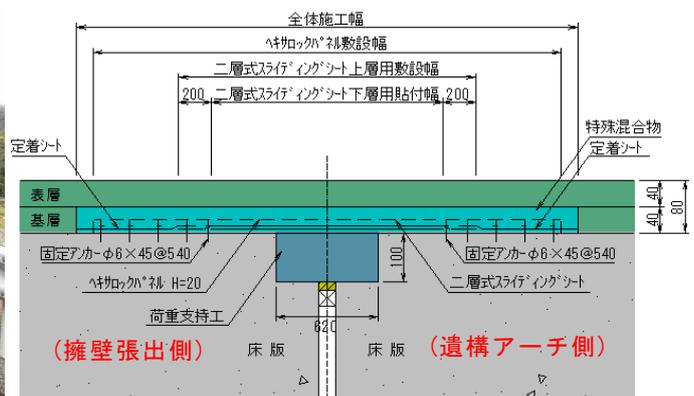


図 3.2.4 一般的な埋設型伸縮装置図 (ジャパンコンステック(株)HPより)



5 連アーチ部での探査



計測風景



1 連アーチ部での探査

図 3. 2. 5 現地調査状況写真

#### ◆意見交換

##### ①今後の今福線研究分科会の活動について

- ・サミット時にガイドの会より、遺構の技術的な講義をしてほしいとの要望があった。ガイドの会の案内技術の向上にもつながるため、今後、現地見学会も合わせて実施することを確認した。
- ・遺構の存在を改めて地元の方々に知ってもらうこと、地域のお宝として次世代につなげることを目的として、沿線の方々や小学生を対象に見学会等の開催を実施していくことを確認した。
- ・来年度も土木学会中国支部の研究助成に申請することを確認した。

##### ②旧三江線ガイドブック制作支援について

- ・江の川鐵道との5回（9/25・26、10/16・17、10/24）による合同現地調査結果を踏まえ、土木遺産候補の建造物の抽出と提案を行った。
- ・ガイドブックのサイズはA4版とし、一般向けとは別に建造物の技術に関する冊子も作成予定であることが報告された。
- ・来年度以降も江の川鐵道と連携しながら活動を行うことを確認した。



図 3. 2. 6 意見交換の様子

## 4. 今後の活動

前項の意見交換での内容を踏まえ、12年間のこれまでの調査研究を振り返り、今後の活動内容（取り組んで行きたい事項）について以下に整理を行った。

### 4.1 12年間の調査研究を振り返って

平成22年から始めた分科会活動による主な成果等について整理した。

#### ①資料収集

- ・今福線（新線・旧線）に関する文献の収集や新線施工図面（浜田市所蔵）のデジタル化

#### ②島根県技術士会での研究報告書の作成

- ・活動の記録として、情報の共有化と提供として
- ・島根県内の図書館、今福線を活かす連絡協議会のメンバーや関係者に配布
- ・国立国会図書館に寄贈（平成28年度より）
- ・平成27年シンポジウム開催時に平成22年～平成26年までの報告文を「幻の広浜鉄道今福線」研究として図書化

③マップの作成と更新

- ・当初は下記を理由に今福線を紹介するパンフレット用として作成  
未成線のため路線図がなかったこと、遺構の場所が不明であったこと、  
今福線を紹介するような地図がなかったことより技術者目線として作成
- ・地元からの要望もあり、助成金等を利用しマップ（イラスト風）を作成  
初版(2014年1月)、第1回改定版(2015年7月)、第2回改訂版(2021年3月)
- ・島根県技術士会や浜田市（リンク貼）のホームページに掲載、  
サミット等で配布、沿線休憩所等で配布



図 4.1.1 最新のマップ（2021年3月）

④新旧の遺構（橋梁・トンネル）の現地計測と図化（データ化）

今年度の現地計測により旧線のアーチ橋については全橋、図化することができた。

表 4.1.2 計測及び図化した遺構一覧表

年度	新旧	名称	現地調査		
			外形寸法	RCレーダー	シュミットハンマー
H26	旧	下府橋梁	一般図・配筋		○
H27	新	第一下府川橋、第二下府川橋	幅員		
H28	旧	4連アーチ橋(今福第4トンネル手前)	橋長・幅員		○
	旧	今福第4トンネル	延長・断面		○
H29	旧	おろち泣き橋	橋長・幅員	○	○
H30	新	丸原地区(寺廻・白角・御神本)橋梁	幅員		
	新	下長屋・丸原・御神本トンネル	断面		
R1	新	下長屋トンネル	延長・断面	○	
R2	旧	新旧交差部より今福側アーチ橋1番目	橋長・幅員	○	○
	旧	新旧交差部より今福側アーチ橋2番目	橋長・幅員		
	旧	新旧交差部より今福側アーチ橋3番目	橋長・幅員	○	
R3	旧	今福第6トンネル	延長・断面		
	旧	5連アーチ橋(県道佐野波子停車場線)	橋長・幅員	○	○
	旧	1連アーチ橋(今福第4トンネル先)	橋長・幅員	○	○

⑤シンポジウム（平成27年）、サミット（第1回、第2回、第3回）への参加

⑥地元（今福線沿線地域）の方々、「今福線を活かす連絡協議会」や  
浜田市観光交流課、サミットを通しての未成線・廃線団体の関係者との交流

## 4.2 技術的な整理と謎の解明

資料収集や現地計測により遺構を図化することで、構造物の技術的な特徴や同一路線内にも拘らず断面型式に相違があることなどが判明した。

今後の活動において、以下の調査研究を行っていききたいと思う。

### (1) 技術的な特徴の整理

旧線・新線の橋梁及びトンネルの構造形式、材料、施工方法等について整理

### (2) 謎の解明

- ①新線トンネルの内空断面型式（1号型・2号型）の相違
- ②下長屋トンネルの内空断面形状（側壁部の馬蹄形・直壁）の相違
- ③下長屋トンネルの施工に関する謎（2本のトンネルが1本として完成）
- ④宇津井町地内\_橋脚群の橋台と橋脚間の謎（下図参照：桁下位置の相違）

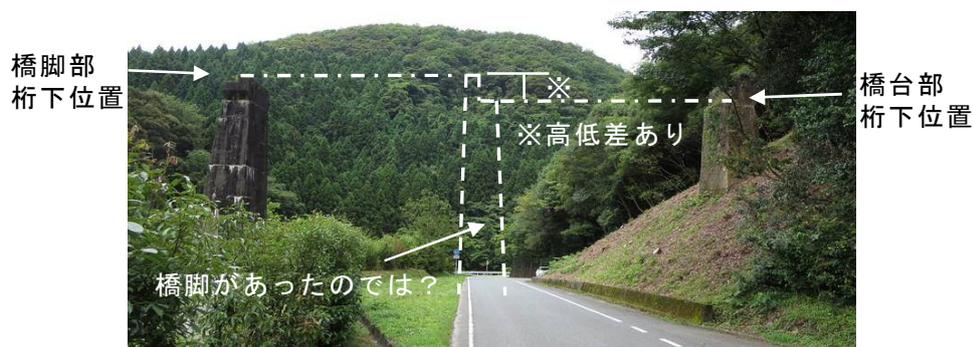


図 4.2.1 橋脚群の謎(整理する)

### (3) 今後の維持管理への提言

旧線の遺構は建設後 80 年、新線は 45 年以上経過をしている。幸い遺構を取り巻く環境（自然環境や車両交通等の作用による荷重状況）は、一般の道路構造物に比べ厳しいものではなく、現在見られるひび割れ等の変状についても、急激な進行により変形や倒壊になるとは考えにくい。しかし、見学者の立ち入りが可能な今福第四トンネル（自由に出入りが可能）には漏水や天端コンクリートの剥落、下長屋トンネル（浜田市からの許可が必要）には漏水があり、第三者被害への対応は喫緊の課題となっている。

補修や維持管理には多くの費用が掛かるため、浜田市管理の社会インフラの維持修繕費を考えた場合、遺構への費用確保は厳しいものと推察される。

遺構の性能に応じた補修（安価で耐久性）や維持管理方法について提案できればと考えている。

## 4.3 地域貢献

### (1) 地元や地域に対して

まだまだ、今福線の存在を知らない方々がおられるため、まずは、今福線というお宝を認知してもらうことが第一と考える。連絡協議会内の自治会や今福線ガイドの会の皆様と連携して、見学会などでアピールできればと思う。

### (2) 次世代に対して

現在、地域で活動されている方々は、私も含め高齢化が進んでおり、今福線を地域のお宝として次世代につなげていくことは、我々の責務でもある。

今福線の鉄道施設としての歴史や構造物の面白さを小学生の皆さんに知ってもらうことから始めてはと考える。そのためには、現在、加藤さんが平成 28 年より今福小学校（今福線の地元でもある）等で行っている出前授業などを参

考に、浜田市や教育委員会と連携を図りながら実現できればと思う。

### (3) 関係人口を増やす

今福線の存在を市内外へ広くアピールし、一度は遺構を見に来てもらうことで浜田市や今福線沿線の自然環境（海・川・山）、観光地（日本遺産・温泉・食事（はまごち）・城跡）、郷土芸能（石見神楽（日本遺産））そして住人への「ファン」になってもらい、何度でもあるいは定期的（春夏秋冬）にでも来なくなるようなリピーターが増えることで、地域の活性化につながればと考える。「魅力」ある今福線として「ファン」を引き寄せるような取り組みや情報発信の方法等について、パネリストの皆様に相談をさせていただき実現できればと考えている。

## 5. おわりに

第4回実行委員会（10/5）開催時でのサミットへの参加申し込み数は、コロナ禍の影響もあったと思われ 100 名にも満たない状況でしたが、その後、事務局や関係者のご尽力により最終的には 250 名の参加人数となりました。サミットの様子はケーブルテレビによる放映（生中継）があり、YouTube でも配信されました。これらの視聴者数も含めればサミットに参加した人数はもっと増えるものと思われまます。

現在もサミットの様子は、下記の配信 URL で視聴することができますので機会があれば視聴していただければと思います（Facebook “幻の広浜鉄道” 今福線-ホームにも貼付されています）。ただし、時間は 4 時間以上となります。

<https://www.youtube.com/watch?v=H9pVKucey7Q>

サミットは成功裏に終わりましたが、遺構の周知という点では、まだまだアピール不足や情報発信が不十分である事を痛感しました。

分科会の活動は 12 年目となりましたが、パネルディスカッションでは、**活動を継続していくことが重要である**との提言をいただきました。地元で開催できたサミットを機に改めて遺構を利活用し地域の活性化に貢献ができるよう、地元や関係機関と連携を図り取り組んでいきたいと思ひます。

## 6. 謝 辞

今年度も樋口先生のお力添えにより土木学会中国支部の調査研究活動助成制度を活用させていただいた。ここに深く謝意を表します。

以上



図 5.1.1 サミットの新聞記事  
(毎日新聞\_11月16日より)

# 今福線アーチ橋の調査

渡辺 操

## 1. はじめに

今福線研究分科会では、毎年活動として11月中にコンクリート構造物の現地調査(形状の図化等)を少しずつ行ってきており、令和3年度は、11月27日に5連アーチ橋、1連アーチ橋についての調査を行ったことから、このことについて報告する。なお、今回行った調査の概要は以下の通りである。

- ・調査内容：2箇所(5連、1連)での形状計測、コンクリート強度の推定、鉄筋探査
- ・調査位置：浜田市佐野町
- ・実施日：11月27日
- ・参加者合計11名  
島根県技術士会：和田、嘉藤、酒井、永田、桑野、佐々木、岸根、木村、行武、渡辺  
岡山大学大学院：樋口先生

## 2. アーチ橋の形状計測、コンクリート強度の推定

5連アーチ橋、1連アーチ橋ともに手分けをして計測を行うとともに、シュミットハンマーによるコンクリート強度の推定およびRCレーダーによる鉄筋探査を行った。

鉄筋探査については、2つのアーチ橋ともにRCレーダーから鉄筋を示すような波形は見られないことから、いずれも無筋構造物であることを確認した。

コンクリート強度の推定では、5連アーチ橋で40.3N/mm<sup>2</sup>、1連アーチ橋で44.9N/mm<sup>2</sup>といずれも非常に高い数値であった。なお、5連アーチ橋の山側の重力式擁壁では、21.9N/mm<sup>2</sup>で、一般的な無筋コンクリートといえる推定値であった。

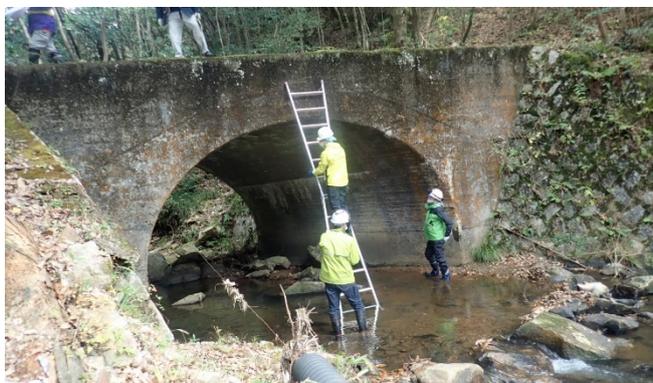


写真-1 1連アーチ橋の形状計測、調査状況

### シュミットハンマー試験データ

1連アーチ橋		5連アーチ橋		重力式擁壁(5連アーチ橋横)	
全体の平均値	49.4	全体の平均値	45.8	全体の平均値	31.3
平均値±20%	39.5 ~ 59.3	平均値±20%	36.6 ~ 55.0	平均値±20%	25.0 ~ 37.6
棄却後の平均値	49.4 (棄却無し)	棄却後の平均値	45.8 (棄却無し)	棄却後の平均値	31.3 (棄却無し)
測定方向	±0°	測定方向	±0°	測定方向	±0°
圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	44.9	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	40.3	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	21.9

推定式：圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>) = G · (-184+13.0R<sub>0</sub>)

※G=0.09806

### 3. 5連アーチ橋の状況について

5連アーチ橋は、橋長約L=56mで一般県道佐野波子停車場線の1車線分の路肩～車道部として現在も供用されている。このことは、今福線が建設後、鉄道として部分供用さえもすることなく未成線となった後、そのほとんどの構造物が何も利用されことなく放置されていた状況であった中で、大型車も通行する県道の全幅員の一部として利用されてきた最も重要度の高いアーチ橋といえる。

このアーチ橋は、高さが最大10m以上と大きい上に、戦前の構造物であることから建設後80年以上が経過している。しかしながらこれまで、無筋構造物でありながらひび割れが生じるといった劣化が少なく、補修・補強などがなされた形跡がないなど、ほぼ建設時のまま現在は道路構造物として利用している。

ここでの県道拡幅にあたっての想像であるが、もともと斜面上にアーチ橋が設置されていたところに、アーチ橋下部の前側に県道を設置し、その後の2車線化への拡幅のため、旧線ルートに線形を山側へシフトする際、山側の山切とともに重力式+L型擁壁を構築して県道を拡幅したものと予測される(写真-2、3)。



写真-2 5連アーチ橋(全景)

L型擁壁+重力式擁壁

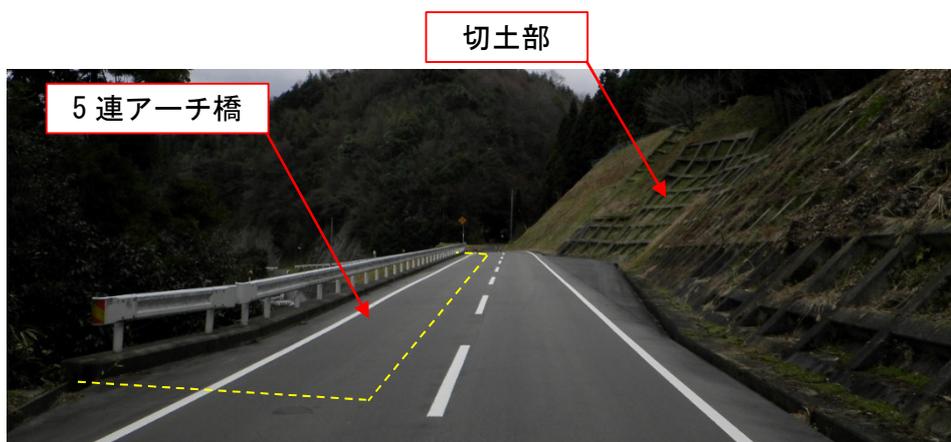


写真-3 (一)佐野橋停車場線

5連アーチ橋付近

ここでの5連アーチ橋横の山側擁壁をよく確認すると、重力式擁壁の断面がアーチ橋下部と重なるようになっているため、重力式擁壁に切り欠きを設けて、アーチ橋とは分離し、別の構造としている（写真-4、図-1）。過去の県道の拡幅計画の際に、この隣のトンネルなどが撤去されているため、この橋梁も撤去されていてもおかしくない。それだけに、この5連アーチ橋の箇所については、「よくぞアーチ橋を残し、生かした計画を実施していただいた」と感心するばかりである。

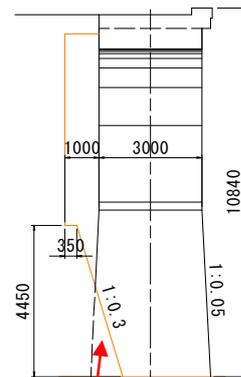


重力式擁壁の切欠き

市道

写真-4 アーチ橋下部

重力式擁壁は切欠くように造られている



重力式擁壁の切欠き

図-1 アーチ橋断面図



写真-5 アーチ橋の裏側と山側の重力式+L型擁壁の空間

#### 4. アーチ橋のに使用された骨材について

今回の調査中において、アーチ橋の水抜きより水が滲出する箇所で、凍害と見られる劣化から表面のモルタル分のはく離が生じたことによって、骨材が露出している部分が見られた。この部分を観察すると粗骨材は明らかに「碎石」の状態のものが使用されており、その粒径の大きさは20~40mm程度に概ね揃っているように見える（写真-6、7）。また、一部に陶器の破片のようなものも混じっていた（写真-7）。

水の滲出



写真-6 アーチ橋下部

水抜きからの滲出水付近に骨材が露出している

陶器の破片



写真-7 表面はく離に伴う骨材露出部

20 mm程度の砕石が多い。一部で陶器片が見られる

4年前に「おろち泣き橋」を調査した際にも、一部の壁面に露出した骨材が「砕石」であることが確認されるなど、部分的にはく離等した箇所に見られた骨材には、今福線でこれまで玉石が確認できた箇所は見られない。このため、今福線のコンクリート構造物のほとんどは「砕石」を使用している可能性が高いのではないかと思います。

ここで疑問に思うのが、一般的にコンクリートに砕石を使用するようになったのは1960年代頃以降とされており、戦前に建設された構造物は川砂利（玉石）が使用されていたと考えていたのだが、どうもそうではないようである。この時代では採石場などはないはずなので、近くのトンネル掘削の残土などを使用したことが考えられる。しかし、発破により発生した岩塊を20～40 mm程度に砕いて粒径をある程度揃えることができたのかなど、今福線のコンクリート構造物で見られる砕石は、どのようにして調達していたのかが謎である。

#### 4. おわりに

戦前のコンクリートの施工については、現在使用されるような生コンクリートと違って単位水量のかなり少ないものであったと予測されるため、アーチ状の型枠などはコンクリートの充填が難しいと思う。しかし、今回の2つのアーチ橋には、充填不足によるジャンカの形跡は見られず、非常に丁寧に施工されたことが伺える。

しかし、このように先人が丁寧に構築した構造物が未成線となったことで、多くの構造物等が長年の間放置された状況が続き、また邪魔なものとして壊されたりもしてきた。

11月13日～14日に「第3回全国未成線サミット in 浜田」が開催され、全体で出席者約250名でサミット、エクスカージョンが行われた。このことにより、今福線が広く鉄道遺産として認知されたと思うし、過去に建設に関わった方の思いにも少し報えたように感じている。

以上

## 旧三江線ガイドブック制作支援

酒井雄壮

### はじめに

今年度の今福線研究分科会活動として行いました、旧三江線に関わる研究活動報告を行います。本活動は「NPO 江の川鐵道」と「今福線研究分科会」との交流を機に始まり、本年度は「旧三江線遺構ガイドブック制作」支援、「旧三江線遺構の活用企画提案」意見収集を行ないました。



写真-1：宇都井高架橋  
現地踏査最終日の  
メンバーで記念撮影

コロナ禍ではありましたが、ガイドブック制作支援のための現地踏査を行うことができました。最終日には第3江の川橋りょう（上空35mの鋼上路トラス橋）を渡るトロッキ列車社会実験を視察し、**秋晴れの清々しい絶景**を眺めることができました。



写真-2：第3江の川橋りょう  
トラス上路を視察



写真-3：第3江の川橋りょう  
鋼トラス上路橋

現地踏査は、江津駅～三次駅間（全延長 107k982m）を2日間で行う予定としていましたが初回会合で参加者から「もっと時間を掛けよう」との意見が上がり9月25日と26日、10月16日と17日の4日間にしました。しかし、**いずれの踏査日も時間オーバー**となり、追加で10月24日に踏査を行って全線踏査を終えました。

その踏査結果から土木遺産候補と考えられる構造物を選出し、本文末へリストアップするとともに、そのうち3つの構造物を抜粋して紹介します。

## 1. 目の字ラーメン橋

鹿賀駅～因原駅間	:	27k289m	志谷川橋りょう
因原駅～石見川本駅間	:	30k357m	日向川橋りょう
開業年月	:		昭和9年11月8日

2つの橋りょうは同じ時期に建設された、漢字の「目」形をした鉄筋コンクリートラーメン橋です。

戦前の昭和初期に如何なる考えを用いて設計されたのか興味を覚えるとともに、谷間の風景に馴染んでいることに感心します。ラーメン構造であるにも関わらず**河川に沿って45°近い斜角**がついています。だから自然な風景に馴染んで見えるものと考えられます。

近年の設計ではラーメン構造をはじめ、一般の橋梁でも偏土圧や自重偏心を心配し、強引に周辺地山を開削して直角な構造物を造ります。まったくもって自然に谷間を流れる小川とはマッチせず、何処となく尖った感じを与えるものですが、それを感じさせない見事な構造です。

本年11月27日に現地計測を行いました。今福線の戦前に建設された1連アーチ橋も山間の流れ沿った50°に近い斜角で自然に溶け込む計画となっていました。

両者とも岩盤に支持されていることを生かして偏土圧と荷重偏心による**影響を克服**し、計画可能となった構造と考えられますが、先人たちの考えには感心します。（近頃の技術者は何も考えず、直角に計画します）



写真-4：志谷川橋りょう  
目の字形をした3段ラーメン橋

## 2. 高橋脚ラーメン高架（天空の駅）

宇都井駅構内	:	74k775m 宇都井高架橋
開業年月	:	昭和 50 年 8 月 31 日
橋長（支間）	:	157.7m (10.5+4×17.0+4×17.0+7.5)

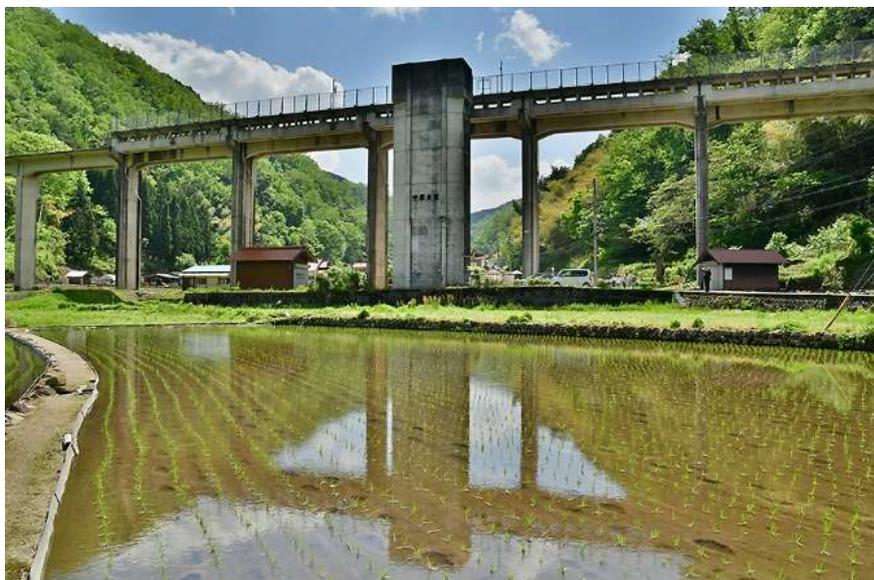


写真-5：宇都井高架橋  
鉄筋コンクリート連続ラーメン橋



P5 橋脚  
2本のスリット

言わずと知れた「NPO 江の川鐵道」の本拠地にある「技術者が工夫を凝らした鉄筋コンクリート連続ラーメン橋」です。

2つの4径間ラーメン構造が中央の「P5 橋脚」を共有しています。そこで両方のラーメンが結合されている「P5 橋脚」はどうなっているのか不思議です。両側のラーメン橋が同時に伸び縮みするので一つの柱では構造が成り立ちません。

この橋脚をじっくり見てみますと、柱が3つに分かれています。(スリットが入っています) ひとつの橋脚柱が左右別々の方向にたわむことが出来るように工夫されていました。コンクリート中の鉄筋もスリットを意識した補強が施されています。当時の建設技術者が考えた仕業です。

今福線研究分科会のメンバー岸根さんの情報によると、福岡：JR 篠栗線：篠前山手駅の高架橋脚にもスリットが入っているそうです。同様の構造のものがこの時代に全国で建設されたと考えられます。また、大きな重量の RC ホーム桁を高い位置に抱えているのも特徴的で、今後、研究します。また、皆様からの情報もお待ちしております。



JR 篠栗線 篠前山手駅  
2本のスリットがあります

### 3. PC ポステン下路桁橋

口羽駅～江平駅間	:	80k058m 出羽川橋りょう
開業年月	:	昭和 38 年 6 月 30 日
橋長（支間）	:	75m（単純 25m×3 連）

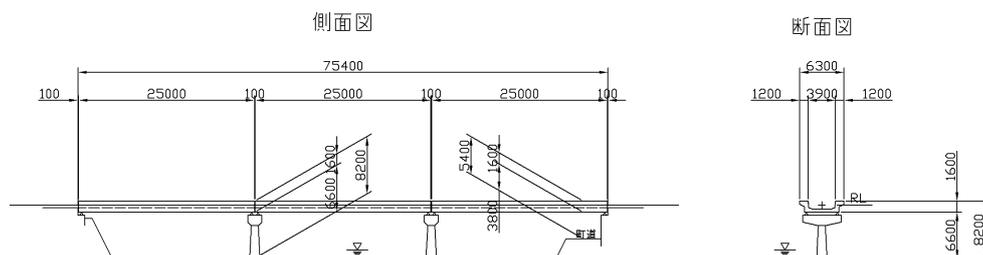
1960 年代の建設であり PC 橋が普及してきた時期とはいえ、曲線橋として初のオールステージングの米神橋が昭和 35 年建造と紹介されています。

また、その多くが PC 箱桁であり、U 字型の下路桁橋としては**我が国初の構造物**かも知れません。（現在調査中）

そのうえ単純橋×3 連構造なので主ケーブルを両側から緊張できません。ストレートケーブルで片側から緊張したのでしょうか、それにしても中央径間の桁は緊張作業ができません。これもまた、建設中の風景写真などを探して、現在調査中です。



写真-6：出羽川橋りょう  
PC ポステン下路桁橋



更に素晴らしいのは、建設後 60 年近い年月を過ぎても劣化した形跡がありません。普通なら定着部の剥離や、PC シースへの浸水、グラウトの溶出などがありますが全く見当たらず、RC 橋かと勘違いするほどです。

水害対策のため**撤去予定**とされていることから、早期に詳細調査すべきと考えます。

**最後になりましたが**、手づくり郷土賞を受賞されました「NPO 江の川鉄道」さんとの交流を推進し、誰もが気軽に家族同伴で参加できる活動も考えていますので、協力をお願いします。

**文献リスト**： 邑南町立図書館羽須美分室ならびに浜田市立中央図書館で閲覧・貸出可能

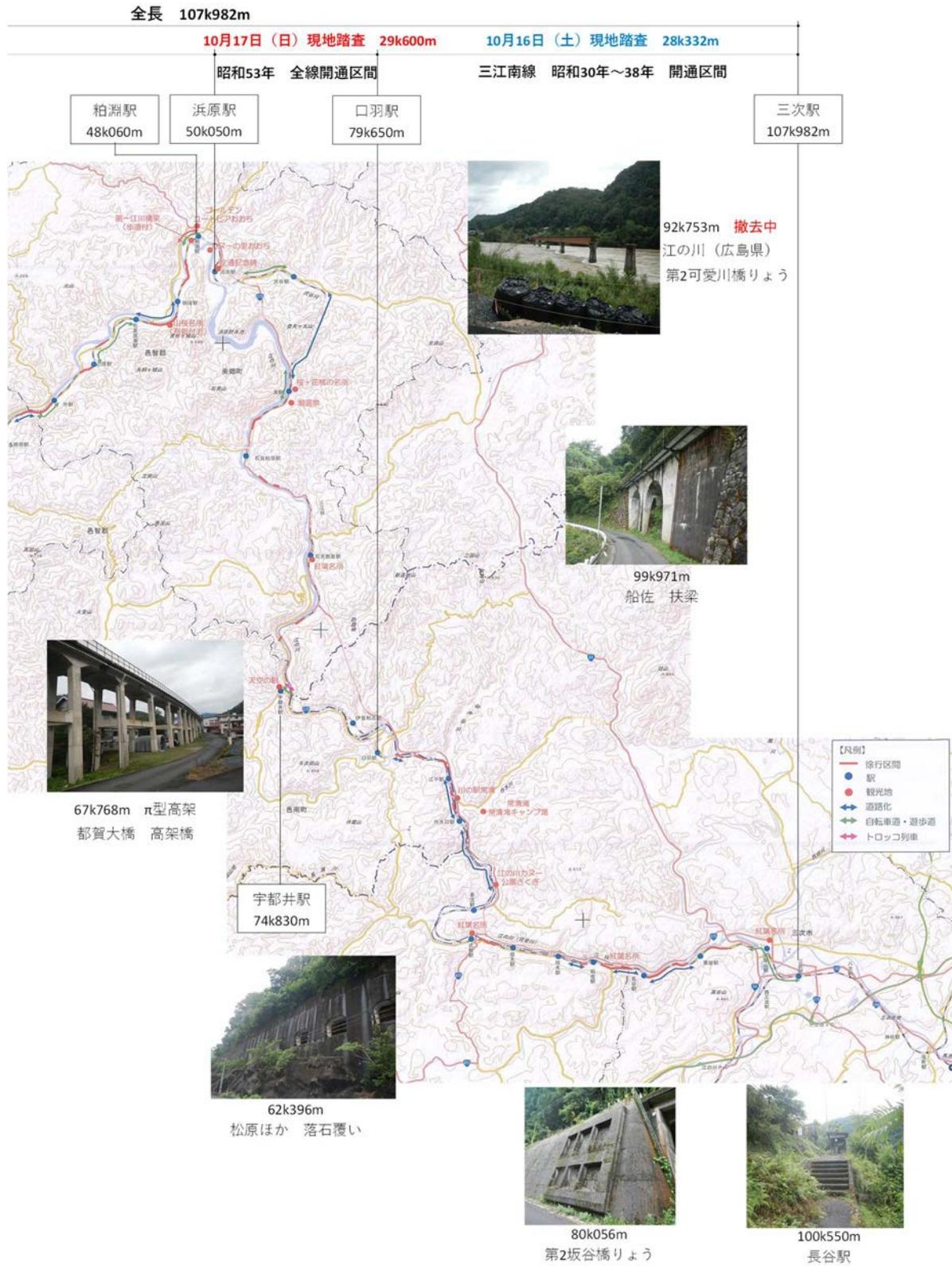
- 1・三江線写真集 2016. 7. 15：田淵康成 今井出版
- 2・三江線記録集 H30. 5. 20：三江線活性化協議会 佐々木印刷
- 3・三江線 88 年の軌跡 2018. 2. 1：長船友則 株式会社パブリッシング
- 4・絶滅危惧鉄道 2018（特集）さらば三江線 2018. 4. 20：塩谷茂代 イカロス出版
- 5・三江線の過去・現在・未来 2017. 3. 31：関耕平ほか島根大学法文学部山陰研究センター

# 三江線 全線踏査日程 (1/2)



- 初回会合：8月28日(土)で話題となった着目点
- ・「三江線ならではの」ガイドブックとしたい。
  - ・建設年代が戦前、戦後、高度成長期に渡り、時代の違いが発見できるのではないか。
  - ・地域の水運、陸運との係わりもある。各地に港町も存在する。
  - ・自然災害との歴史もある。水害復旧の歴史(陸閘門)、雪害、風害、落石対策(多くの落石覆い)など。
  - ・地域住民との係わり。(桜並木や地域景観、自然保護活動など)
  - ・歴史を伝える記念碑、建物もある。(浜原駅や口羽駅開通記念碑、三次SL展示館、など)
  - ・各地団体との連携もできるのではないか。(川本駅レールバイク、三次SL活用団体、など)
  - ・ガイドブックは情報発信の入り口と捉えるべきである。  
それに繋がる詳細情報はホームページへ連携して発信し、動画(短編映画)なども取り入れて行く時代ではないか。
  - ・その他

# 三江線 全線踏査日程 (2/2)



## 今回の踏査において土木遺産候補と思われた遺構リスト(提案)

(1/6)

検討番号	1	2	3
キロ程(江津起点)	2k537m	11k830m	11k850m
施設名称	第2勝地 トンネル入口	第1川本街道陸橋	落石覆い
開業(建設)年	昭和5年4月30日	昭和5年4月30日	昭和5年4月30日
構造	トンネル坑口補強	鋼ガーター橋	古レール造り
諸元			
特徴	変状補強対策	石造り橋台・橋脚	昭和初期の安全対策
外観			
1. 社会へのアピール (土木遺産の文化的価値の評価、社会への理解等)			
2. 土木技術者へのアピール (先輩技術者の仕事への敬意、将来の文化財創出への認識と責任の自覚等の喚起)	昭和初期構造の変状と対策	石造り橋脚の技術	昭和初期の落石対策
3. まちづくりへの活用 (土木遺産は、地域の自然や歴史・文化を中心とした地域資産の核となるものであるとの認識の喚起)			
4. 失われるおそれのある土木遺産の救済 (貴重な土木遺産の保護)			
情報提供を要請したい優先順位	情報収集中	情報収集中	情報収集中
備考、コメント			

- ・江の川鉄道は邑南町が譲り受けた宇都井駅と口羽駅周辺を鉄道公園として活用し、更には、宇都井駅と口羽駅の創意工夫や後世へ伝承すべき価値に着目した**選奨土木遺産への認定に向け、島根県技術士会の支援を受けながら準備**を進めているところです。
- ・選奨土木遺産とは土木学会が制定した認定制度で、その効果として①社会へのアピール、②土木技術者へのアピール、③まちづくりへの活用、④失われるおそれのある土木遺産の救済、の促進が期待されています。
- ・とくに宇都井駅につきましては、地上高さ20mに起因するラーメン高架構造(17m×8径間=136m)やスリットを設けた3分割橋脚柱などの技術的工夫も多く、提供されました管理図面などを基に土木遺産としての価値が再確認されています。
- ・そこで今回、経産省助成による旧三江線ガイドブック制作に当たり江津市～三次市に渡る全区间108kmを土木遺産としての価値に着目して**島根県技術士会**と伴に現地踏査しましたところ、**注目すべき構造や掘り下げて検討すべき遺産候補として下記がリストアップ**されました。
- ・制作する**ガイドブックにおきましても鉄道遺産の候補として紹介**し、今後の利活用促進に繋がればと考えております。また、沿線に居住される方々の協力により地域の皆さんが所有する記録写真や資料・情報を収集するとともに、再調査も企画・検討しているところです。
- ・つきましては、多くの**皆様からの情報提供をお願いします**。提供されました資料につきましては、構造的特徴の真偽や価値を確認するための利用として適切に管理して行きます故、邑南町鉄道公園を発信源とする**地域資源の利活用促進**のために、協力をお願いします。

4	5	6	7
13k451m	24k665m	27k289m、30k357m	44k047m
八戸川橋りょう	鳴滝函渠	志谷川橋りょう・日向川橋りょう	洞磯ヶ滝橋りょう
昭和5年4月30日	昭和9年11月8日	昭和9年11月8日	昭和10年12月2日
鋼ガーター橋		目字ラーメン 3層RCラーメン	RC2主桁
昭和5年開業時の 最長橋梁 石造り橋台 RC高橋脚	鳴滝トンネル出口の滝との取り合わせ 滝つぼ構造と函渠	戦前の鉄筋コンクリート構造	戦前の鉄筋コンクリート上部構造
			
昭和5年開業区間最長橋りょう 当時の国産鋼材			
石造り技術 RC高橋脚		昭和初期のRC3層ラーメン構造	戦前のRC上部工技術
	トンネルと滝の景観		
水害対策のため 撤去の可能性あり			
情報収集中	情報収集中	情報収集中	情報収集中

8	9	10	11
46k349m	47k684m	55k288m	62k396m
疎水扶梁	第1江の川橋りょう	登矢丸トンネル	松原落石覆い
昭和10年12月2日	昭和49年6月30日	昭和50年8月31日	昭和50年8月31日
扶梁	単純鋼ワーレントラス	山岳トンネル	コンクリート造り
無筋アーチ構造	橋長220m、支間70m+75m+75m	L=2802m	
	S47年豪雨流失、再建橋梁	三江線 最長トンネル	大規模落石覆い
			
社会の背景と建設目的			
無筋アーチ構造	災害再建橋梁	最長トンネル	長大落石対策施設 江の川に削られた急峻斜面の安全 対策
	一般歩道 併設	長大な地下空間利用 外界と遮断された実験施設としての 利用価値	
情報収集中	情報収集中	情報収集中	情報収集中

12	13	14	15
67k798m	72k571m	74k830m	75k342m
都賀大橋	第2江の川橋りょう	宇都井高架橋	第3江の川橋りょう
昭和50年8月31日	昭和50年8月31日	昭和50年8月31日	昭和50年8月31日
根開き2層高架	単純鋼ワーレントラス		単純鋼ワーレントラス
	橋長140m,支間138m		橋長246m、支間 19.5m+100m+100m+25.5m
	主構高変化ワーレントラス		ワーレントラス上路橋
			
		高さの謎	レース面高さ30mの謎
2層高架の工夫 残存耐力	変化するワーレントラス	高橋脚柱による連続ラーメン構造	高橋脚構造
		天空の駅	一般歩道 併設
情報収集中	情報収集中	詳細図面 取得済み	情報収集中

16	17	18	19
78k843m	80k056m	80k595m	92k753m
第4江の川橋りょう	出羽川橋りょう	第2坂谷橋りょう	第2可愛川橋りょう
昭和50年8月31日	昭和38年6月30日	昭和38年6月30日	昭和38年6月30日
単純鋼ワーレントラス	PCポステン下路桁	擁壁	鋼ガーター橋
橋長234m、支間77m+77m+77m	橋長75m、支間25m+25m+25m		
ワーレントラス下路橋			無筋橋脚柱
			
	初期のPCポステン下路桁橋		
	オールステージング3径間橋りょうの緊張施工	変状補強技術	無筋橋脚の耐力
	水害対策のため撤去予定		水害対策のため撤去中
情報収集中	情報収集中	情報収集中	情報収集中

20	21	22
99k971m	105k536m	106k672m
船佐扶梁	第1可愛川橋りょう	馬洗川橋りょう
昭和30年3月31日	昭和30年3月31日	昭和30年3月31日
扶梁	鋼ガーター橋	鋼ガーター橋と単柱高架
	無筋橋脚柱	
		
建設の時代背景		
	当時の鋼ガーター橋技術	戦後の単柱橋脚とRCT桁高架技術
大河の激流を背景に建設されたコンクリートアーチ		
情報収集中	情報収集中	情報収集中

## 雲南市及び出雲市で整備されたビオトープの植生概要

生物多様性研究分科会 大嶋辰也

### 1. はじめに

生物多様性研究分科会では、コウノトリ“げんきくん”が雲南市大東町で平成29年に営巣したことを受けて、「コウノトリが雲南市を選んだのは食料(餌)が豊富なため」と考え、その実情を探るための調査を平成30年度から実施してきた。

令和3年度は、雲南市・出雲市で整備されたビオトープ(計3箇所)を対象に、餌生物量調査(水域調査)、植生断面調査、周辺環境調査を行い、整備後の現状を把握した。また、「出雲・雲南地域広域連携生態系ネットワーク推進協議会」への参画をはじめ、出雲市で調査を実施するなど、新たな関係づくりにも取り組んだ。

### 2. 令和3年度の活動概要

令和3年度は、地域でビオトープ整備をされている団体等(雲南市春殖地区・出雲市出西地区)と意見交換会を行い、ビオトープの整備、管理、今後の思いをお聞きした。その上で、整備後のビオトープの現状を把握するための調査を行った(表-1、表-2)。本稿では、植生断面調査(ドローン空撮を含む)について報告する。地域との意見交換会、餌生物量調査、周辺環境調査の内容は、表-3の報文を参照されたい。

表-1 生物多様性研究分科会の活動概要(令和3年度)

項目	実施日	内容	参加者数
ミーティング	令和3年7月3日	令和3年度の活動計画の立案	8名
意見交換会(地域)	令和3年9月23日	雲南市(春殖地区)、出雲市(出西地区)	7名
ビオトープ調査	令和3年10月9日	雲南市: ビオトープ(泉谷・大東下部) 出雲市: ビオトープ(出西)	11名
ミーティング	令和3年11月21日	令和3年度のとりまとめ	10名

表-2 令和3年度の活動状況



表-3 生物多様性研究分科会の報文(令和3年度)

No.	タイトル	執筆者
1	雲南市及び出雲市で整備されたビオトープの植生概要	大嶋辰也
2	放棄水田を活用したビオトープの水生生物と整備・保全上の課題	細澤豪志 森脇昭子
3	コウノトリ及びトキの餌場環境としてのビオトープ整備 ～雲南・出雲地区のビオトープ調査結果より～	北村 清
4	出西ビオトープについて	吉田 薫

### 3. 植生断面調査

#### 3.1. 調査の目的

雲南市や出雲市におけるビオトープ整備は、コウノトリやトキの餌場環境の創出が主目的と考えるが、春殖地区では“環境学習”、出西地区では“維持管理の省力化”を見据えて維持管理されている。ビオトープ(目標植生)を維持するためには多大な労力を要するケースが多いため、効率的な維持管理手法の検討が望まれる。

そこで、整備後の初期値として、整備後 1~2 年後のビオトープを対象とした植生断面調査を行い、植生と地盤高の関係を把握することとした。2~3 年後に同じ調査を行い比較することで、維持管理の内容と植生変化の関係を把握できる。

#### 3.2. 調査地区

調査地区は図-1 に示す 3 地区とした。



図-1 調査地区の位置

#### 3.3. 調査方法

各調査地区で幅 1m の調査測線を 1~2 測線設定し、測線上における植物の分布状況(植生高・植被率等)を調査した。また、水準測量を行い、調査測線上の地盤高、水深等を調査した。また、補足的にドローンによる空撮も行った。



〔水準測量〕

〔調査測線の設置状況〕

#### 3.4. 調査日

調査日は表-4 に示すとおりである。

表-4 現地調査日

項目	現地調査日
植生断面調査	令和 3 年 10 月 9 日
ドローンによる空撮	令和 3 年 11 月 7 日

#### 4. 植生断面調査結果

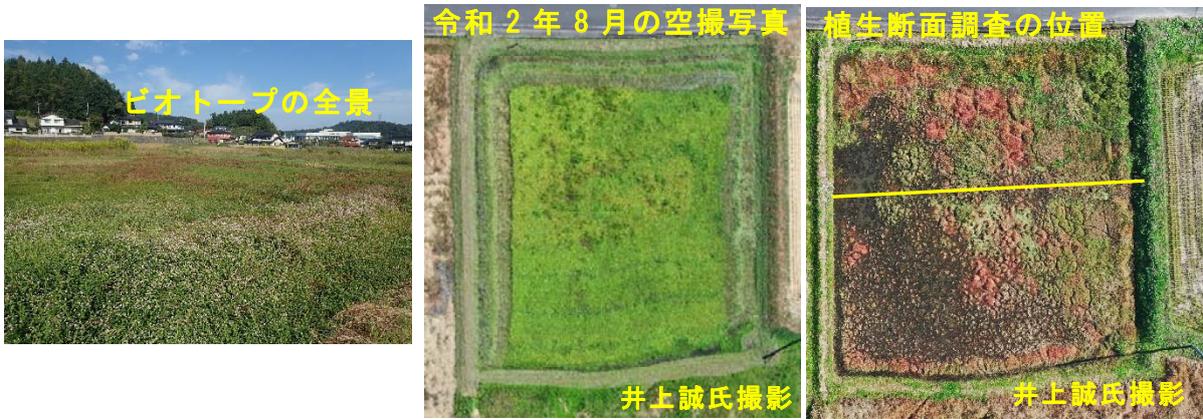
##### 4.1. 春殖地区(泉谷)

令和2年度に整備されたビオトープである。調査測線上で21種の植物を確認し、コナギ、チゴザサ、イボクサ等の水田雑草がモザイク状に優占する。植被率は、「1-1」～「1-6」が85～100%であるが、「1-7」は40%と低い。「1-7」にはガマが局所的に繁茂するが、調査前に地元の方により除去されたことによる。調査時の水深は概ね10～20cmであるが、地盤高(水深)による構成種、植被率の違いはみられない。

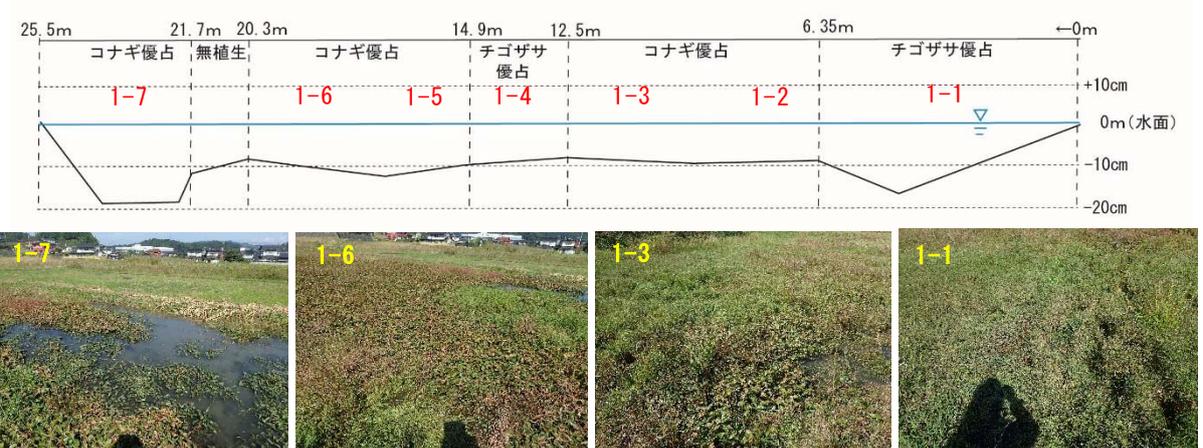
表-5 植生断面調査結果(春殖地区：泉谷)

調査箇所	種名	生活型	備考	1-1		1-2		1-3		1-4		1-5		1-6		1-7		確認個所数
				植被率		90%		30cm		60cm		20cm		30cm		15cm		
				D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
アオウキクサ	一年草	浮標植物		4	4	1	1	1	1	2	2			+	1	1	6	
ウキクサ	一年草	浮標植物		1	1										1	1	2	
セリ	多年草			2	2												1	
チゴザサ	多年草			5	5	1	1	1	2	5	5	2	2	2	3	+	7	
ミソソバ	一年草			1	2												1	
チョウジタデ	一年草			1	2					+							2	
コナギ	一年草					5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	3	3	6
イボクサ	一年草			+	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	+	6	
ホタルイ	多年草			2	2	2	2	1	1			1	1	+			5	
コウガイゼキショウ	多年草					1	1	+				+	1				3	
ヤナギタデ	一年草					2	2	1	1								2	
アメリカセンダングサ	一年草	帰化	+					+							+		3	
テンツキ	一年草									+		+					2	
ミゾカクシ	多年草					+					r						2	
ヒメクグ	多年草			+													1	
アゼナ	一年草			+													1	
イヌビエ	一年草			+													1	
キツネノボタン	多年草			+													1	
コケオトギリ	一年草			+													1	
シロツメクサ	多年草			+													1	
ガマ	多年草														r		1	
確認種数				14		7		8		6		7		6		7		

- ・確認種数：21種
- ・主な優占種：コナギ、チゴザサ、イボクサ
- ・その他：アオウキクサ、ホタルイ、コウガイゼキショウ
- ・一年生草本の比率：60%
- ・植被率：40～100%
- ・群落高：15～60cm
- ・水深：概ね10～20cm
- ・1-7では調査前にガマの伐根除去が行われた。



【植生断面調査結果】 ※「1-1」～「1-7」は調査箇所No.を示す。



## 4.2. 春殖地区(大東下部)

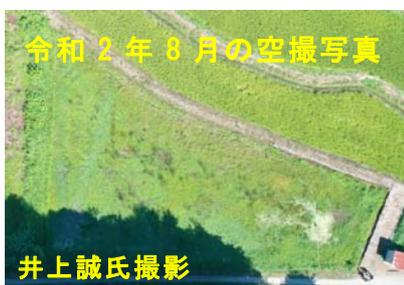
平成 29 年度に整備されたビオトープである。整備直後は豊富な餌生物が確認されたが、その後の植生遷移により陸域化が進行していた。令和 2 年度に、地域の方による維持管理作業が行われ、再び、ビオトープとしての機能が回復した。

調査測線上の大部分は、コナギが優占する水湿地となっているが、水際部(陸域～水際)にはミゾソバ群落が分布する。また、局所的にカンガレイが繁茂する。

調査時の水深は概ね 10～20cm であり、地盤高(水深)による構成種、植被率の違いはみられない。また、ビオトープの上下流端では約 25cm の高低差があった。

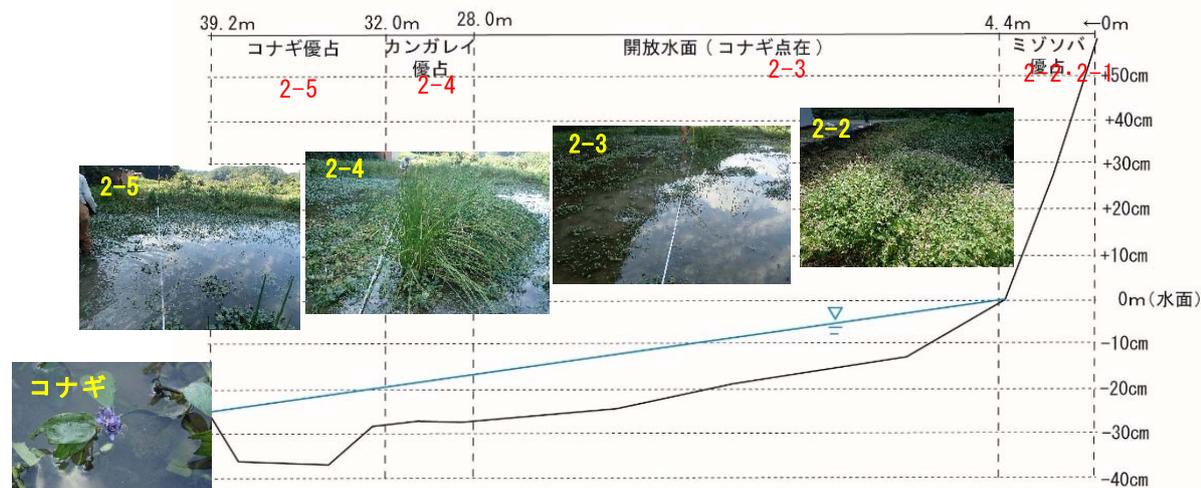
表-6 植生断面調査結果(春殖地区：大東下部)

確認種数：17 種	調査箇所		2-1		2-2		2-3		2-4		2-5		確認個所数	
	植被率		50%		100%		60%		95%		70%			
	群落高		80cm		70cm		10cm		100cm		15cm			
種名	生活型	備考		D	S	D	S	D	S	D	S	D	S	
ミゾソバ	一年草			3	3	5	5							2
オオチドメ	多年草			1	1									1
シロツメクサ	多年草			1	1									1
コナギ	一年草							3	3	2	2	4	4	3
ヒシ	一年草	浮葉植物						1	1			2	2	2
イヌビエ	一年草							1	1					1
チゴザサ	多年草							1	1	3	3			2
オモダカ	多年草			r				2	2				+	3
カンガレイ	多年草									5	5			1
アメリカセンダングサ	一年草	帰化								1	1			1
イボクサ	一年草									1	1	2	2	2
アオウキクサ	一年草	浮標植物						+	+			+		3
コウガイゼキショウ	多年草							+	+					2
ホタルイ	多年草							+				+		2
タマガヤツリ	一年草							+						1
ヤナギタデ	一年草							+						1
タウコギ	一年草									+				1
確認種数				4		1		10		8		6		



### 【植生断面調査結果】

※「2-1」～「2-5」は調査箇所No.を示す。



#### 4. 3. 出西地区(湿地ビオトープ)

令和3年2月に整備されたビオトープである。田面を残しながら、休耕地の周囲を深く掘り下げて水深のある堀が形成されている。調査測線上には、コナギ、タマガヤツリが主に生育しているが、地盤高の少し高い箇所にはイヌビエが優占する。植生の違いは地盤高による可能性があり、今後の植生遷移の動向に注視したい。現時点では一年生草本の割合が高い。アメリカザリガニが生息するためか、水が濁っており、水域の光環境は悪く、植物が生えにくい環境と考えられる。

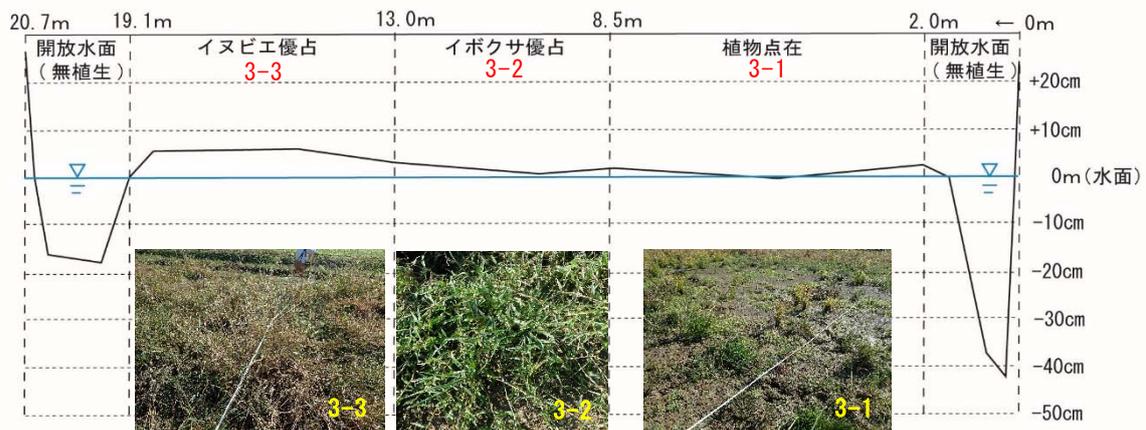
表-7 植生断面調査結果(出西地区：湿地状ビオトープ)

<ul style="list-style-type: none"> <li>確認種数：10種</li> <li>主な優占種：コナギ、タマガヤツリ、アゼナ</li> <li>その他：ミゾソバ、イボクサ</li> <li>一年生草本の比率：70%</li> <li>植被率：10～90%</li> <li>群落高：10～60cm</li> <li>水深：0～40cm</li> <li>陸域の地盤高：0～7cm(水面比)</li> <li>水域は無植生。</li> </ul>	調査箇所		3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	確認 個数				
	植被率		10%	85%	90%	90%	15%					
	群落高		55cm	10cm	60cm	80cm	50cm					
種名	生活型	備考	D	S	D	S	D	S	D	S		
コナギ	一年草		2	2	2	2	1	1			3	
タマガヤツリ	一年草		3	3	2	2	2	2			3	
アゼナ	一年草		3	3	2	2					2	
ミゾソバ	一年草		2	2							1	
イネ科の一種	多年草		1	1							1	
コウガイゼキショウ	多年草		1	1							1	
イボクサ	一年草				4	4	+				2	
イヌタデ	多年草						+				1	
ヒメミズワラビ	一年草						+				1	
チゴザサ	多年草							4	4	1	1	2
イヌビエ	一年草					4	4	3	3		2	
ミスガヤツリ	多年草								2	2	1	
確認種数			6	4	6	2	2					



【植生断面調査結果】

※「3-1」～「3-3」は調査箇所No.を示す。



#### 4.4. 出西地区（湛水ビオトープ）

令和2年度に整備されたビオトープである。調査測線上は、開放水面が大部分を占めるが、局所的にチゴザサ、ミズガヤツリが分布する。調査測線上の確認種はこの3種のみであった。ただ、調査測線外にはガマも分布していた。植被率は、「4-1」が90%、「4-2」が15%である。地盤高(水深)は、岸側が40cm前後と深いが、田面起源の平坦部は15cm程度の箇所が多い。湿地ビオトープと同様、アメリカザリガニが生息するためか、水が濁っており、植物が生えにくい環境と考えられる。

表-8 植生断面調査結果(出西地区：湛水ビオトープ)

<ul style="list-style-type: none"> <li>・確認種数：3種</li> <li>・主な優占種：なし</li> <li>・その他：チゴザサ、イヌビエ、ミズガヤツリ</li> <li>・一年生草本の比率：33%</li> <li>・植被率：15～90%</li> <li>・群落高：15～80cm</li> <li>・水深：概ね15～40cm</li> <li>・水域は無植生で、局所的にチゴザサ、イヌビエ、ミズガヤツリが生育。</li> </ul>	調査箇所		3-1	3-2	3-3	4-1	4-2	確認 個所数					
	植被率	10%	85%	90%	90%	15%							
群落高	55cm	10cm	60cm	80cm	50cm								
種名	生活型	備考	D	S	D	S	D	S	D	S			
コナギ	一年草		2	2	2	2	1	1			3		
タマガヤツリ	一年草		3	3	2	2	2	2			3		
アゼナ	一年草		3	3	2	2					2		
ミソソバ	一年草		2	2							1		
イネ科の一種	多年草		1	1							1		
コウガイゼキショウ	多年草		1	1							1		
イボクサ	一年草				4	4	+				2		
イヌタデ	多年草						+				1		
ヒメミズワラビ	一年草						+				1		
チゴザサ	多年草								4	4	1	1	2
イヌビエ	一年草								3	3		2	
ミズガヤツリ	多年草										2	2	1
確認種数			6	4	6	2	2						



ビオトープの全景

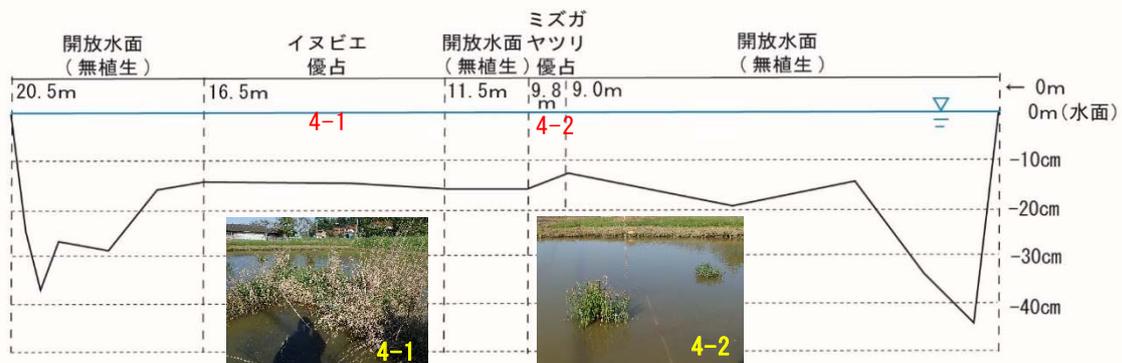


植生断面調査の位置

井上誠氏撮影

【植生断面調査結果】

※「4-1」、「4-2」は調査箇所No.を示す。



## 5. 各ビオトープの管理に向けて(植生の観点から)

各ビオトープについては、今後も継続観察し、以下の課題を検討したい。

### 5.1. 春殖地区(泉谷)

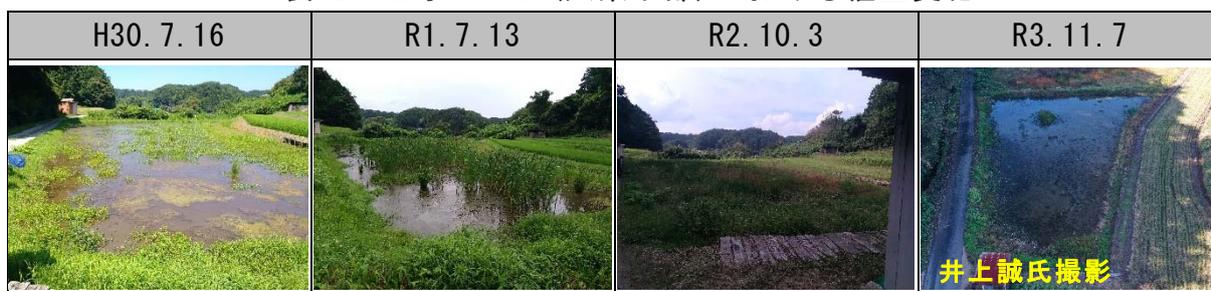
泉谷のビオトープは、環境教育の場としての活用が考えられている。環境教育の場としては、現在の一年生草本主体の水湿地を維持しながら、ビオトープ見本市のように多様な環境を創出することも考えられる。どのような環境(植生・水深・土質・地形等)にどのような生き物が生息するかを確認することで、環境(ビオトープの形状)と生息する種や量の関係を見出すことが可能となる。一方、気になったのは、大東下部で陸域化を促したガマの侵入がみられたことである。地元の方も気にされ、伐根除去されている。しかし、多大な労力を要するため、現状の植生を維持するためには、耕耘等の省力的な管理手法の検討が必要と考えられる。

### 5.2. 大東下部

大東下部のビオトープは平成 29 年度に整備され、平成 30 年度の調査で豊富な餌生物が確認された。しかし、翌年にはガマの侵入がみられ、令和 2 年度には植生繁茂により水域がほぼなくなっていた。しかし、同年、地域の方が多大な労力をかけて再整備され、令和 3 年度には再び良好な植生環境が回復した(表-9)。

今後も、植生等の変化を確認しながら、現在の水湿地にコナギが優占する環境が、少ない労力で維持できるような管理手法の検討が必要と考える。とりあえずは、年 1 回程度の土壌の耕耘を行うなど、管理と植生変化の関係を把握しながら、ビオトープ維持に努めることが望まれる。また、ガマなどの繁茂したら多大な労力を要する植物の侵入を監視し、確認次第除草するなどの対応が望まれる。

表-9 ビオトープ(大東下部)における植生変化



### 5.3. 出西地区

出西地区のビオトープは、維持管理の省力化を見据えて、ビオトープを通年湛水したり、ビオトープの周囲に溝を掘って植物が繁茂しにくい工夫がなされている。

湿地ビオトープは、植生断面調査で地盤高による植生変化が示唆されたことから、今後も植生断面調査を行い、地盤高による植生変化の違い、維持管理の省力化が可能な地盤高、植生管理の必要性や具体的な手法について検討が必要と考えられる。

湛水ビオトープは、水が常時濁り、植物が生育しにくい光環境である。今生育する植物は、水位が低下した時に活着したと考えられる。湛水ビオトープの効率的な管理手法を検討するため、植物が侵入する経緯の把握が重要と考えられる。

## 6. 今後に向けて

### 6.1. 次は何をする？

生物多様性研究分科会では、平成 30 年度以降、雲南市を中心にコウノトリの餌生物量調査を行ってきた。毎年 3 箇所程度の小規模な調査ではあるが、ありそうではなかった地域の生物情報を把握し、雲南市に眠る(気づかれていない)豊かな自然環境の可視化に貢献できたのではないかと考えている(今後も続けるつもりです…)

また、餌生物量調査を通じて、地域の方々(雲南市の春殖・幡屋・山王寺・佐世地区、出雲市の出西地区)や行政関係者(雲南市役所・出雲市役所)に出会い、「出雲・雲南地域広域連携生態系ネットワーク推進協議会」にも参画させていただいた。

以上の経緯もあり、今年最後の分科会ミーティング(11/21)では、「来年以降の活動は、“地域の方と一緒に”に、コウノトリ保全に向けて“地域のモデルケースになるような具体的な取り組みに挑戦”しよう。」という意識を参加者で共有できた。

次の活動は「地域との協働で具体的な保全活動に挑戦」としたい。

### 6.2. 雲南市における保全活動の候補地とその環境

地域との協働でコウノトリの保全活動を行う場合、当然ながら、地域の方が保全活動に取り組む意思があること、私たちが協働相手として信頼していただけること、私たちが継続的に取り組んでいくことが前提と考える。地域の方との信頼関係は一朝一夕でできるものではなく、引き続き今後の活動の中で培っていききたい。

とりいそぎ、ここでは保全活動の候補地について考えてみたい。候補地としては、既に保全活動に取り組まれている地域、保全活動に興味を持たれている地域のうち、技術士会の活動をご存知であることが、円滑な活動の条件になると考える。また、過去に餌生物量調査の実績がある地域では、保全活動時のモニタリング調査と比較することで、保全活動の効果が評価できる。

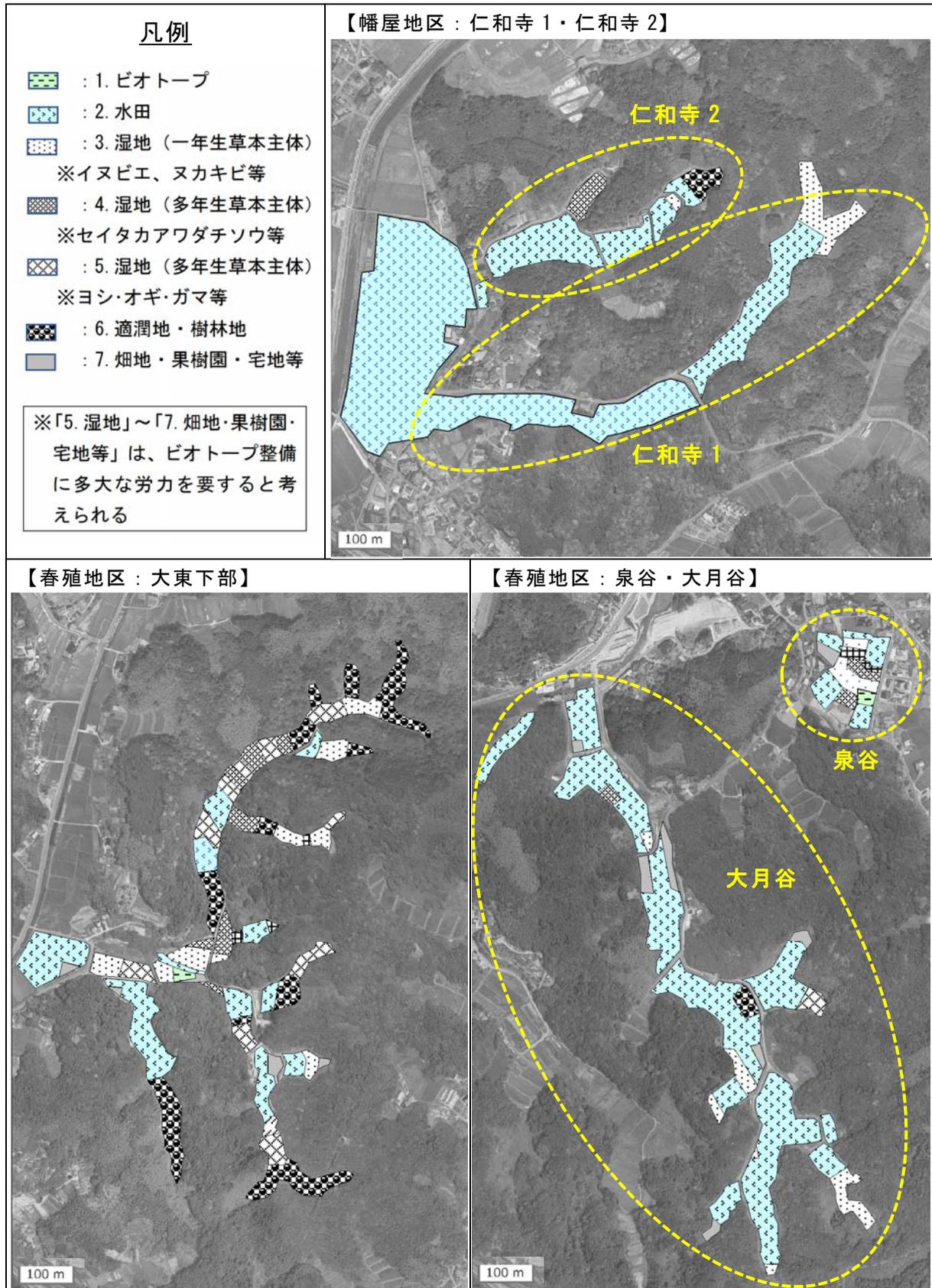
以上を踏まえて表-10 に示す 5 地区を候補地(案)として選定し、候補地の谷における現在の環境(水田の利用状況・休耕後の状況：表-12)について現地踏査を行った。

大東下部は谷奥まで休耕田が広がり、しかも、ビオトープ整備に多大な労力を要するヨシ・ガマ等の生育する湿地や陸化した箇所が多く存在する。一方、他の 4 地区では谷奥まで水田として利用され、良好な谷津田環境が維持されている(表-11)。このような現状を参考にしながら、候補地や今後の活動方針を詰めていきたい。

表-10 地元協働を行う候補地

候補地	地元の対応	餌生物量調査の実績	現況
大東下部	ビオトープを整備	あり(雲南市・本研究分科会)	谷奥まで休耕地が広がり、水田は一部のみ
泉谷	ビオトープを整備	あり(本研究分科会)	平地の水田
大月谷	コウノトリの保全意識あり	あり(雲南市・本研究分科会)	水田が谷奥まで広がる
仁和寺 1	環境に配慮した農業を実施中	あり(雲南市・本研究分科会)	水田が谷奥まで広がる
仁和寺 2	保全活動の申し出あり	あり(雲南市)	水田が谷奥まで広がる

表-11 保全活動の候補地における現地踏査結果(周辺環境)



※空中写真の出典：国土地理院ウェブサイト（地理院地図：電子Web）

※表-11は「空中写真の出典」に、現地踏査結果（周辺環境の情報）等を加筆加工して作成  
 ※現地踏査は、令和3年11月28日、12月11日に実施

表-12 周辺環境の写真による凡例解説

3. 湿地(一年生草本主体)	4. 湿地(多年生草本主体)	5. 湿地(ヨシ、ガマ等の繁茂地)	6. 樹林地等
			

## 7. おわりに

コウノトリ（国の特別天然記念物）が雲南市大東町地内で繁殖し、今年も4羽の幼鳥が巣立った。4羽の巣立ちは5年連続で記録更新となる。雲南市のポテンシャルの高さを示しているが、営巣地が早く増えていかないか、と思う自分もいる。

本分科会では、平成30年度から4年間、雲南市の各所で調査を行ってきた。今年も、雲南市役所のご紹介もあり、新たに出雲市(出西地区)も調査箇所に加えた。今年の調査の特徴は、ビオトープ整備をされている団体・個人と事前に意見交換を行ったこと、植生断面調査、周辺環境調査を新たに実施したことである。

植生断面調査は、整備されたビオトープの初期値を把握する目的で行った。今後、同じ調査を行い、植生変化と作業内容や環境変化との関係を分析することにより、維持管理の省力化、効果的なビオトープ整備計画に貢献できればと考えている。

次年度以降は、地域との協働による保全活動を具体化していきたいと考えており、補助金等も視野に入れながら、地域の方と一緒に活動が行えるよう展開したい。

最後に、本研究分科会では、環境、建設、農業、林業、水産分野の技術士の方に参加いただいた。今後、地域との協働や保全活動をより効果的に行うためには、さらに異なる分野の知識・経験が必要である。皆様のご参加をお待ちしております。

## 謝辞

本調査を行うにあたり、春殖地区(雲南市)、出西地区(出雲市)の皆様、雲南市役所地域振興課、出雲市役所農林水産課の皆様には、意見交換会や各種活動に快くご協力・ご参加いただきました。調査では、(公財)島根県環境保健公社の平野隆之氏には水域調査に参加いただき、また、コウノトリ春殖の井上誠氏にはドローン撮影及び過年度空撮写真の提供をいただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

以上

# コウノトリ及びトキの餌場環境としてのビオトープ整備 ～雲南・出雲地区のビオトープ調査結果より～

生物多様性研究分科会 北村 清

## 1. はじめに

雲南市で営巣しているコウノトリ「げんきくん」は、5年連続4羽の雛が誕生しトータル20羽（内4羽は放鳥）が巣立っている。これは、全国的にも珍しく雲南市がいかにかコウノトリの餌場環境に優れていることの証である。また、出雲市ではトキの分散飼育が行われており、近い将来、放鳥を視野に入れた取り組みが進められている。

これらの背景から両市では、コウノトリ・トキと共に生きる、自然豊かな魅力あふれる持続可能な地域の実現を目指して「出雲・雲南地域広域連携生態系ネットワーク推進協議会」が設立され、生物多様性研究分科会も構成団体の一員となっている。その協議会の取り組みのひとつとして耕作放棄地を利用した餌場としてのビオトープ整備が試験的に行われている。

本分科会では、出雲・雲南地区のビオトープの餌生物量調査等を実施し餌場環境としての評価を行い、今後のビオトープ整備の一助になればと活動を行っている。



写真-1 出西①ビオトープ

## 2. 調査概要

### 2.1. 調査場所

雲南市春殖地区の2地点（春殖ビオトープ、泉谷ビオトープ）、出雲市出西地区の2地点（出西ビオトープ①、②）の計4地点について実施した。



図-1 調査位置図



図-2 春殖ビオトープ



図-3 泉谷ビオトープ



図-4 出西ビオトープ①②

## 2.2. 事前調査

ビオトープ調査に先立ち、管理運営に関係されている方々との意見交換及び現地視察を行った。

表-1 意見交換会の内容

地区名	春殖	出西
日時	9月23日 9:30～12:00	9月23日 13:30～16:00
場所	泉谷公民館	後谷公民館
ビオトープ関係者	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コウノトリ 春殖 3名</li> <li>・春殖交流センター 1名</li> <li>・雲南市政策企画部地域振興課 2名</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・NPO 法人いずも朱鷺 21 1名</li> <li>・出雲市農林水産部農業振興課 2名</li> </ul>
協議内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>・泉谷については昨年整備</li> <li>・モデルビオトープとして環境学習の場やコウノトリの餌場環境としての整備手法等を確立したい</li> <li>・どのようにすれば手を掛けずに維持管理できるのか</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出西①は昨年度、出西②は今年2月に整備</li> <li>・昨年はアメリカザリガニが大繁殖</li> <li>・維持管理はほとんどしていない</li> <li>・耕作放棄地の維持管理（補助金支払い）の意味合いもある</li> </ul>
参加者	大嶋、佐藤、吾郷、吉田、角谷、森脇、細澤、北村	計8名

## 2.3. ビオトープ調査

### 1) 調査日

令和3年10月9日

### 2) 参加者

大嶋、佐藤、吉田、角谷、遠藤、鉢本、平野、松井、森脇、細澤、北村  
計11名

### 3) 調査内容

#### 【餌生物量調査】

各調査地点の水域規模・状況に応じて調査箇所を4～8箇所/地点設定し、タモ網により体長1.0cm以上の生物を採取し、個体数密度を調査した。



表-2 ビオトープの調査結果一覧表 その1

名称(地区名)	春殖 (春殖)	泉谷 (春殖)	出西① (出西)	出西② (出西)
ビオトープ 開始年月	2017年6月	2019年10月	2019年10月	2021年2月
写真 (2021.10.23撮 影)				
主な植物	コナギ、イボクサ、アオウキクサ、 チゴザサ、ホタルイ	コナギ、イボクサ、カンガレイ、チ ゴザサ、ミゾンバ	コナギ、イボクサ、アゼナ、タマガ ヤツリ	イヌビエ、チゴザサ
主な生物	トンボ類(幼虫) 6.5個体/m <sup>2</sup> ヒル類 2.7個体/m <sup>2</sup> ヒメガムシ 2.4個体/m <sup>2</sup> コシマゲンゴロウ 1.6個体/m <sup>2</sup> ヌマガエル 1.6個体/m <sup>2</sup>	ヌエビ類 39.8個体/m <sup>2</sup> ヒル類 3.5個体/m <sup>2</sup> カエル類(幼虫) 3.1個体/m <sup>2</sup> クロゲンゴロウ 2.7個体/m <sup>2</sup> ミナミメダカ 1.4個体/m <sup>2</sup> ドジョウ 1.2個体/m <sup>2</sup>	アメリカザリガニ 16.3個体/m <sup>2</sup> ヒメガムシ 5.3個体/m <sup>2</sup> ユスリカ類(幼虫) 4.9個体/m <sup>2</sup> イトミミズ類 4.5個体/m <sup>2</sup>	アメリカザリガニ 22.0個体/m <sup>2</sup> マツモムシ 5.3個体/m <sup>2</sup> マシジミ 4.9個体/m <sup>2</sup>
1m <sup>2</sup> 当たりの個体数 = 1箇所当たりの平均採取個体数 / (0.35 × 0.35 × 5)				

表-3 ビオトープの調査結果一覧表 その2

名称(地区名)	春殖 (春殖)	泉谷 (春殖)	出西① (出西)	出西② (出西)
水深	5~10 c m *埋まっている 5~10 c m	20~30 c m 10~15 c m	30~40 c m 20cm	50~60 c m 5~15 c m
取水方法	小川 (土水路) から常時取水。	用水路 (BF-200) から常時取水。	用水路(UF-250)から取水。現在は、稲作が終了し用水路に水が無いので取水はされていない。	用水路(UF-250)から取水。現在は、稲作が終了し用水路に水が無いので取水はされていない。
水の濁度	澄んでいる 	澄んでいる 	やや濁っている 	やや濁っている 
維持管理状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・草刈り2回/年、耕うん2回/年 (3月、6月)</li> <li>・昨年、取水できなくなり干上がってしまった。</li> <li>・昨年、ガマが一面に生えて来たのでこれまでに3回除去を行った。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・草刈り3回/年</li> <li>・今年ガマが生えて来たので抜いた。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・これまで1回も草刈りをしていない。ただし、畦畔については年数回実施している。</li> <li>・水質が悪化するため年に3回ぐらい水を干している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・今年、バックホウで周囲に水路を掘った。</li> <li>・草刈りは行っていない。</li> </ul>
周辺の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・耕作放棄地が76%に達している。</li> <li>・草刈り等の維持管理されていない放棄地が目立ちイノシシ等の餌場や隠れ家となっている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・周囲には民家が立ち並んでいる。</li> <li>・耕作放棄地は、他地区に比べて低い。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・近年、耕作放棄地が増えている。</li> <li>・用水が少ないため、排水を再利用している。</li> <li>・耕作放棄地は、草刈り等の維持管理は行われている。</li> <li>・圃場整備が行われており乾田化されている。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アメリカザリガニが大繁殖しているが出西①に比べて水生植物が確認できる。</li> <li>・アメリカザリガニはコウノトリやトキの餌となる。</li> <li>・今後、常時取水を行い定期的に調査する必要がある。</li> </ul>
コウノトリやトキの餌場としての評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・昨年、干上がった影響が泉谷に比べて生物個体数が少なかった。</li> <li>・今後適切に維持管理されれば、個体数も増えてくると推測される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物個体数は、他地点に比べて最も多く種類についても豊富である。</li> <li>・餌となるドジョウやカエル類も確認されており、餌場としては、良好であると思われる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アメリカザリガニが大繁殖しており他の水生生物や植物が少なくなっていると思われる。</li> <li>・アメリカザリガニはコウノトリやトキの餌となる。</li> <li>・今後、常時取水を行い定期的に調査する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・アメリカザリガニが大繁殖しているが出西①に比べて水生植物が確認できる。</li> <li>・アメリカザリガニはコウノトリやトキの餌となる。</li> <li>・今後、常時取水を行い定期的に調査する必要がある。</li> </ul>

### 3. ビオトープ周辺の耕作放棄地

本来、コウノトリやトキの餌となるカエルやドジョウなどの水生生物は、水田に多く生息しており餌場としての湿田を守ることが最も重要なことと考えられる。しかし、今回調査したビオトープ周辺でも耕作放棄地が目立つことから以下の方法で耕作放棄地の状況を調査した。

Google Map の航空写真を参考にしてビオトープ周辺の耕作放棄地を調査した。調査手順は、まず図-6 により以下の要領で整理する。

A：春殖ビオトープ

B：航空写真で水田と判断できるエリア

(少し黒っぽく、水が張ってあるように見える)

C：航空写真で耕作放棄地と判断できるエリア

(雑草と思われる緑色が確認できる)

実際に現地を確認すると、B エリアの上の 2 枚の水田は、今年耕作されていなかったが、下の 1 枚の水田は耕作されていたため、それぞれ B-1、B-2 に区分する (図-7 参照)。Google Map の航空写真は数年ごとに更新されることから航空写真と現地調査結果より以下のとおりに分類した。

A：春殖ビオトープ

B-1：耕作地

B-2：耕作放棄地(近年休耕)

C：耕作放棄地(休耕して複数年が経過)

※ここでは、現在水田として耕作されていない元水田は全て耕作放棄地とした。

#### 3.1. 春殖ビオトープ周辺の耕作放棄地の状況

春殖ビオトープ周辺の耕作放棄地は、6.8ha(75.7%)を占めており、耕作地はわずか 2.1ha(23.8%)である。さらに、近年休耕された耕作放棄地は 1.3ha(14.4%)であり、耕作放棄が加速度的に進んでいると考えられる。



図-8 春殖ビオトープ周辺の耕作放棄地

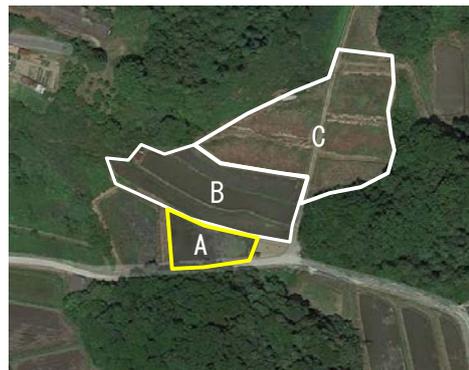


図-6 春殖ビオトープ周辺航空写真①

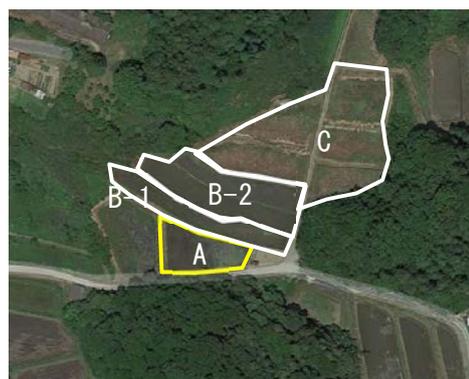


図-7 春殖ビオトープ周辺航空写真②

	耕作放棄地(複数年経過)
	耕作放棄地(近年休耕)
	耕作地
	ビオトープ



合計面積 9.0ha

図-9 春殖ビオトープ周辺の耕作放棄地割合

### 3. 2. 泉谷ビオトープ周辺の耕作放棄地の状況

泉谷ビオトープ周辺の耕作放棄地は、2.9ha(29.2%)であり春殖に比べてかなり少ない状況にある。泉谷周辺は住宅地に近い水田が多くさらに圃場整備がされ大型機械による稲作が可能であるため耕作放棄地が少ないと考えられる。



	耕作放棄地(複数年経過)
	耕作放棄地(近年休耕)
	耕作地
	ビオトープ

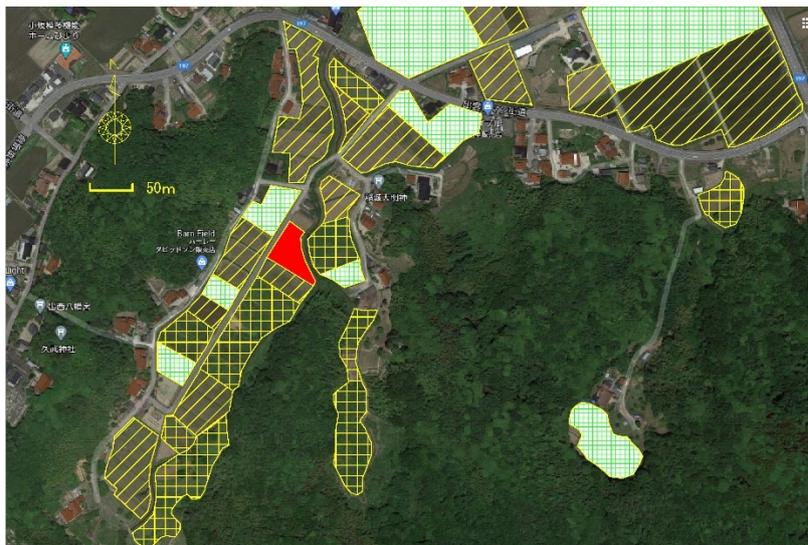


図-11 泉谷ビオトープ周辺の耕作放棄地割合

図-10 泉谷ビオトープ周辺の耕作放棄地

### 3. 3. 出西ビオトープ周辺の耕作放棄地の状況

近年休耕となっている耕作放棄地の北側の大部分は現在牧草地となっている。再び水田化することは容易であるが、パイプライン等整備により乾田化されているため水生生物は春殖や泉谷に比べて少ないと推測される。



	耕作放棄地(複数年経過)
	耕作放棄地(近年休耕)
	耕作地
	ビオトープ



図-13 出西ビオトープ周辺の耕作放棄地割合

図-12 出西ビオトープ周辺の耕作放棄地

#### 4. おわりに

日本のコウノトリやトキは、人の営み（水田開発による水生生物の増加）と共に繁栄してきた鳥である。しかし、戦後直ぐに農薬の普及や圃場整備によりそれらの水生生物の減少により食物連鎖の頂点である野生のコウノトリやトキも絶滅してしまった。その後、豊岡市や佐渡島ではそれぞれコウノトリやトキの野生復帰の努力がなされ、現在では、コウノトリ約 290 羽、トキ約 450 羽が野外で生息している。今後更に生息数を増やすためには、餌場の確保が最重要課題である。

近年、米価の低迷や後継者不足、機械の大型化等により谷あい水田は、加速度的に耕作放棄されている。今回調査した春殖では、7割近くが耕作放棄されており年月が経ち陸域化した水田も多い(写真-2)。

これらの耕作放棄地をビオトープ (=湿地) とするためには地権者個人では限界がある。2016年に当研究分科会で視察に行った豊岡市田結地区の事例を紹介する。当地区では、生産性を持たなくなった水田に新たに共通の価値を見出し、個々の土地境界にこだわらず、地区の共有財産として住民総出で管理作業を行っている。これらのビオトープは餌場としての利用だけでなく、生き物学習や大学の里山実験フィールド等に利用されている。

最後に、生物多様性研究分科会は雲南市及び出雲市のビオトープ整備を今後とも応援して行きたい。



写真-2 耕作放棄地(春殖)



写真-3 ビオトープ(田結)

#### 《参考文献》

- ※1 出雲市・雲南市：出雲・雲南地域生物多様性連携保全活動計画
- ※2 雲南市：“幸せを運ぶコウノトリ”と共生するまちづくりアクションプラン
- ※3 環境省（自然環境 生物多様性）：[https://www.env.go.jp/nature/amezari\\_info.html](https://www.env.go.jp/nature/amezari_info.html)
- ※4 グーグル：Google Map

# 休耕田を活用したビオトープの水生生物と整備・保全上の課題

生物多様性研究分科会 細澤豪志・森脇昭子

## 1 はじめに

国連生物多様性条約（CBD）は 1992 年の国連環境開発会議（国連地球サミット）に始まり、2022 年で 30 年目の節目の年を迎える。COP15（第 15 回締約国会議）（中国、北京）は、新型コロナウイルス感染症の影響を受け、2021 年 10 月と 2022 年 4 月～5 月の 2 部構成での開催となっている。新目標はまだ決まっていないが、2010 年の COP10 で決まった「愛知目標」の後継という位置づけで、2030 年までの達成を目指すものとなる見込みとされている（環境省 2021、WWF Japan 2021 など）。国内の生物多様性に係る施策、「生物多様性国家戦略 2012-2020」も新目標に伴い改訂されるため、2022 年はその動向が注目される。



国連生物多様性条約  
第 15 回締約国会議ロゴ

生物多様性分科会では、これまで、平成 29 年にコウノトリ“げんきくん”が雲南市大東町で営巣したことを受けて餌資源量に着目した調査を続けてきた（大嶋 2021）。今年度も雲南市及び出雲市に整備されている休耕田を活用したビオトープの生態環境調査を継続し、水質、地形、生物、構造物といった視点から調査を行った。本稿では、ビオトープの生物相の調査結果を報告するとともに、過去に調査が行われている雲南市大東町の春殖、泉谷ビオトープについては生物相の経年比較を行い、ビオトープの整備と保全（維持管理）について、地元の抱える課題も踏まえて考察した。

## 2 調査地及び方法

調査を行ったビオトープは、泉谷（雲南市大東町飯田）、春殖（はるえ）（雲南市大東町大東下分）、出西（出雲市下出西）の 3 地区である（図 1）。いずれも休耕田を活用した湛水域のあるタイプのビオトープで、コウノトリの保全活動の一環として整備されたものである。なお、春殖、泉谷はコウノトリの営巣が確認された場所の近隣に位置するビオトープである。

泉谷は、令和 2 年に整備され整備後 2 年目のまだ新しいビオトープである。休耕田の畔沿いに、幅 1m 深さ 20cm 程の江（承水路）が掘られ、水路を含めて全体的に湛水されている。横断形的には中央部の地盤がやや高く水路部が低い形状で、コナギやイボクサなどの水生植物の繁茂が確認されている（森脇 2021）。また、地元保全グループにより定期的な維持管理（草刈りや水の管理）が行われている（現地調査時聞き取り）。

春殖は、平成 29 年に整備され整備後 4 年目である。休耕田を常時湛水する形のビオトープで横断形的には平坦である。整備後はコナギが繁茂する水域～湿地環境であったが平成 30 年頃からガマが優占しはじめ陸地化への遷移が進み、令和 2 年

には水域が消失した（2021 森脇）。今年度、地元保全グループにより繁茂していたガマが除去され、再び水域のある環境へ戻されている（現地調査時聞き取り）。

出西は、令和3年に整備された新設のビオトープである。南北に隣り合う2枚の休耕田が活用され、泉谷と同様に畔に沿って承水路が掘られ湛水されているが、水路の水深が40cm程度と深いことと、管理（草刈りや水の管理など）を極力行わない放置型のビオトープである点が大きく異なる。出西では南北それぞれのビオトープを調査対象とし、北側を出西①、南側を出西②とした。

水生生物の採取箇所数は、ビオトープの状況に応じて泉谷：8箇所、春殖：5箇所、出西①：4箇所、出西②：4箇所とした。採取は、昨年度と同様に、底面幅35cmのたも網（Dフレーム1mmメッシュ）を用いて水底をさらうようにすくい上げる方法とし、それぞれの箇所で岸と並行に、幅0.35mを連続5回すくい、 $0.6125\text{m}^2$ ／箇所（ $0.35\text{m}\times 0.35\text{m}\times 5$ 回）内の水生生物を捕獲した。捕獲した生物のうち全長1cm以上の個体について、種類、体長、個体数を現地で記録し、採取場所に放流した。調査は令和3年10月9日に実施し、調査には大嶋、佐藤、吉田、角谷、遠藤、鉢本、平野、松井、森脇、細澤、北村の11名が参加した。このうち、佐藤、遠藤、平野、森脇、細澤の5名が水生生物調査を担当した。



※図中の地図は国土地理院地図を使用

図1 調査地の位置とその外観



図2 調査方法（左：採取、中：生物の拾い出し、右：分類と記録）

### 3 結果

#### 1) 令和3年度結果

今年度の調査結果を表1に、採取試料と代表的な確認種を図2に示す。

泉谷は、確認種類数、1m<sup>2</sup>当たりの個体数（餌料生物の密度）とも調査した3地区の中で最も多かった。個体数からの優占種はヌマエビ類で、次いでヒル類が多く、カエル類幼生、魚類、水生昆虫類も多く確認された。重要種（島根県2014及び環境省2020の掲載種）は、ドジョウ、ミナミメダカ、クロゲンゴロウ、コガムシが確認された。水生植物はコナギ、イボクサが多くみられ、シャジクモ、ウキクサ、ガマなども確認された

春殖は、確認種類数、1m<sup>2</sup>当たりの個体数（餌料生物の密度）とも調査した3地区の中で2番目に多かった。個体数からの優占種はトンボ類幼生で、次いでヒル類が多く、ヒメガムシ、カエル類幼生、魚類、水生昆虫類も多く確認された。重要種は、アカハライモリ、ドジョウ、コオイムシ、ガムシが確認された。水生植物はコナギ、ミゾソバ、セリなどが確認された。なお、昨年まで繁茂していたガマは除去されていたため確認されなかった。

出西①と出西②は、種類数は出西①が多かったが、個体数（餌料生物の密度）はほぼ同数で、いずれもアメリカザリガニが優占していた。承水路には水生植物はみられなかったが、ビオトープの中央部ではイボクサやチゴザサなどが確認された。

表1 調査結果

分類群	種名	泉谷		春殖		出西①		出西②		備考
		確認数	密度/m <sup>2</sup>	確認数	密度/m <sup>2</sup>	確認数	密度/m <sup>2</sup>	確認数	密度/m <sup>2</sup>	
両生類	アカハライモリ★			1	0.3					環境省RL:準絶滅危惧
	ツチガエル			1	0.3					
	ヌマガエル			6	1.6	2	0.8			
	カエル類(幼生)	15	3.1	4	1.1					
魚類	ドジョウ★	6	1.2	3	0.8					環境省RL:準絶滅危惧
	ミナミメダカ★	7	1.4							環境省RL:絶滅危惧Ⅱ類
貝類	タニシ類	5	1	3	0.8					
	サカマキガイ					1	0.4			外来種
	マシジミ★							12	4.9	環境省RL:絶滅危惧Ⅱ類
甲殻類	ヌマエビ類	195	39.8			1	0.4	2	0.8	
	アメリカザリガニ					40	16.3	54	22	緊急対策外来種
水生昆虫類	トンボ類(幼生)	8	1.6	24	6.5	3	1.2			
	コオイムシ★			1	0.3					島根県RDB:絶滅危惧Ⅱ類、環境省RL:準絶滅危惧
	オオコオイムシ	7	1.4	1	0.3					
	ミズカマキリ							1	0.4	
	マツモムシ							13	5.3	
	クロゲンゴロウ★	13	2.7							環境省RL:準絶滅危惧
	コシマゲンゴロウ	3	0.6	6	1.6	2	0.8			
	ヒメゲンゴロウ	5	1							
	コガムシ★	3	0.6							環境省RL:情報不足
	ガムシ★			1	0.3					環境省RL:準絶滅危惧
	ヒメガムシ	12	2.4	9	2.4	13	5.3			
	ユスリカ類(幼虫)					12	4.9			
	ナガハナノミ科(幼虫)	1	0.2							
その他	イトミミズ類					11	4.5	2	0.8	
	ヒル類	17	3.5	10	2.7					
合計	個体数	297	60.6	70	19	85	34.7	84	34.3	定性確認種:トノサマガエル(環境省RL準絶滅危惧)、コガタノゲンゴロウ(島根県RDB・環境省RL:絶滅危惧Ⅱ類)
	種類数	14		13		9		6		
植物	コナギ イボクサ シャジクモ ウキクサ ガマ ミゾソバ など			コナギ ミゾソバ クログワイ アオウキクサ イボクサ セリ など		主に中央部で イボクサ タマガヤツリ など		主に中央部で チゴザサ イヌビエ など		

注) 標中★印は、重要種（島根県レッドデータブック、環境省レッドリストの掲載種）であることを示す。

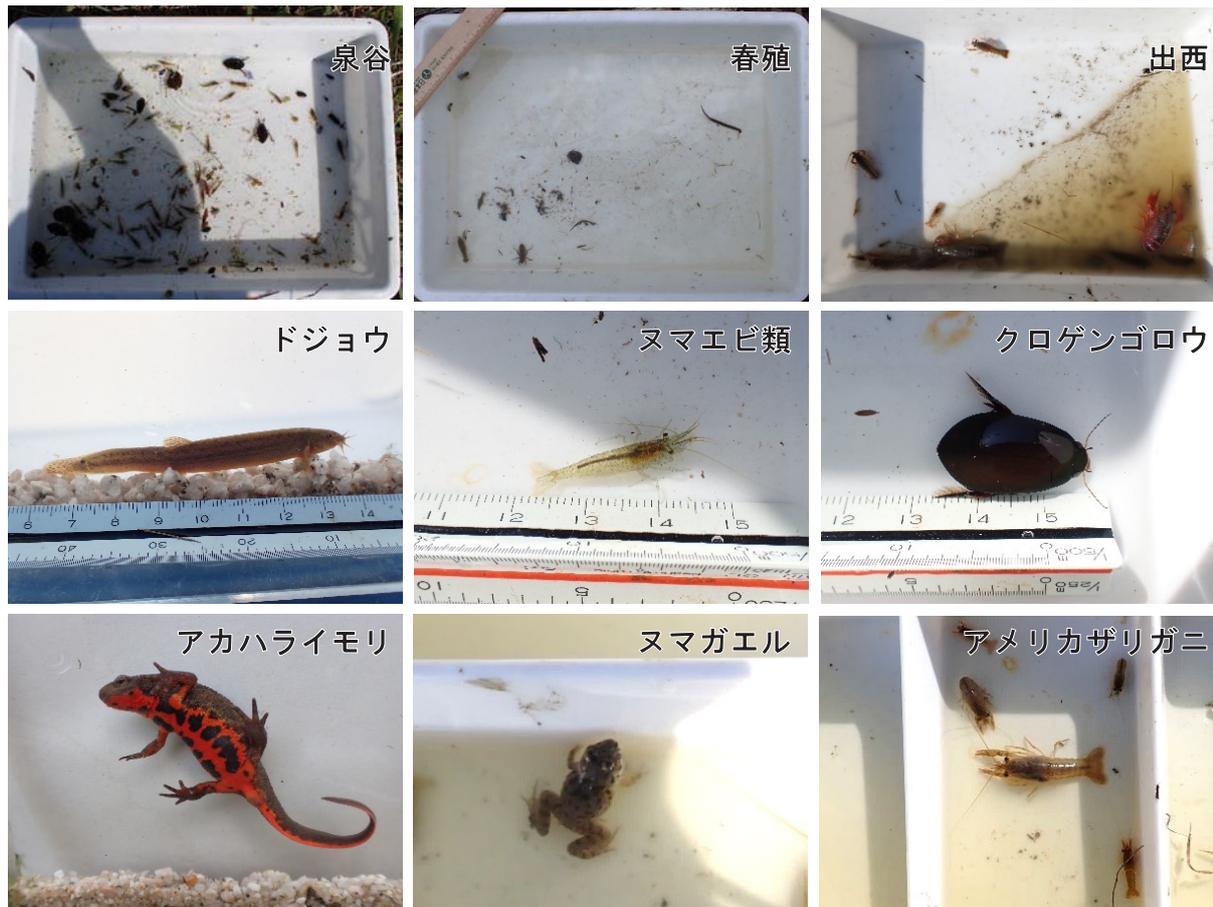


図2 採取試料（上段）と代表的な確認種（中・下段）

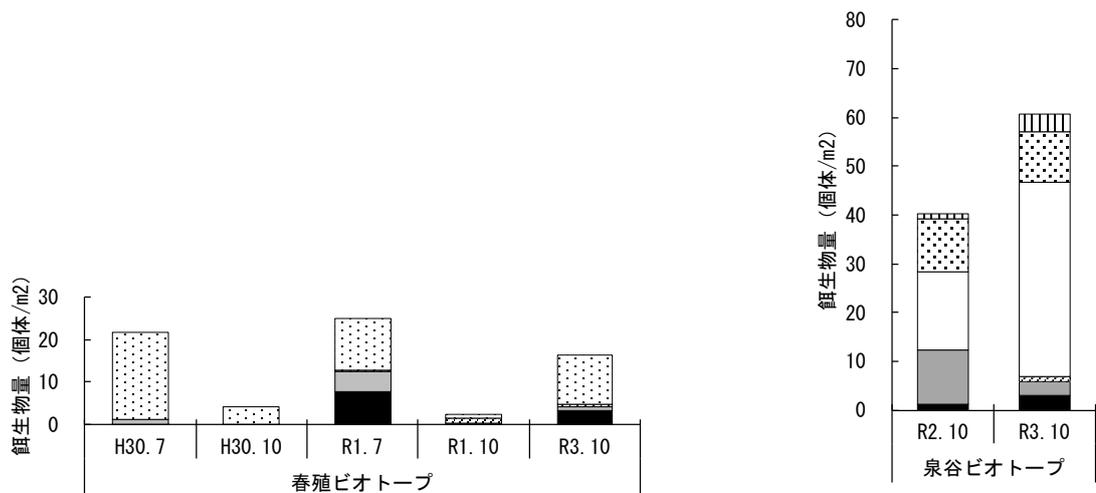
## 2) 経年比較

春殖および泉谷の経年比較を図3に示す。

春殖では、過去4回の調査が実施されており、調査時期が今回の調査と同じである10月のデータと比較すると、餌料生物量は今回調査が最も多かった。確認生物の内訳をみると、いずれの年も水生昆虫類が多かった。調査時の気温を比較すると、過去の調査時は20℃以下であったのに対し、今回は約30℃と気温が高かった。一方、水温は、過去データに欠測はあるが、昨年10月と今年10月とでは気温ほどの温度差は見られなかった。水深を比較すると、ガマに覆われ水面が大きく減少した令和1年と比べ、今回は最大で15cmと深かった。

泉谷では、過去1回の調査が実施されており、調査時期も今回と同じ10月に実施されていた。データを比較すると、餌料生物量は今回調査の方が多かった。確認生物の内訳をみると、昨年は水生昆虫類、甲殻類、魚類が同数程度であったが、今年は甲殻類が突出して多かった。調査時の気温を比較すると、令和1年は約25℃、今年は約31℃と今年の方が高く、水温も昨年は約20℃であったのに対し今年25℃と高かった。水深を比較すると、今年は最大で18cm、最小で5cmと昨年と比べ浅かった。

■両生類 ■魚類 ▨貝類 □甲殻類 □水生昆虫類 □その他



春殖ビオトープ						泉谷ビオトープ	
調査年月	H30.7	H30.10	R1.7	R1.10	R3.10	R2.10	R3.10
採取箇所数	8箇所	8箇所	8箇所	8箇所	6箇所	8箇所	8箇所
気温 (°C)	33.0	15.0	24.5	18.0	29.5	25.0	31.5
水温 (°C)	ND	ND	ND	18.0	20.1	19.8	25.2
最大水深 (cm)	ND	ND	ND	5.0	15.0	20.0	18.0
最低水深 (cm)	ND	ND	ND	3.0	4.0	10.0	5.0
植生カバー (cm)	ND	ND	ND	10~15	10~20	10~35	5~40

※NDはデータなしを示す

図3 経年比較 (左: 春殖、右: 泉谷)

#### 4 考察

現地調査結果から、いずれのビオトープでも餌料となる生物が生息していたが、泉谷のビオトープは生物の個体密度が高く、次いで春殖、出西の順であった。経年比較からは、泉谷のように草丈の低い水生植物が適度に繁茂する環境が維持されている場所では生物多様性も高いこと、春殖のように、ガマの繁茂により陸地へと遷移していた環境でも維持管理により水域に戻すことで生物相が再び元の状態に戻ることが確認された。

一般に、生物の多様性と生息空間の多様性には相関関係があるとされるが、ビオトープのように面的に限られた環境では、生息空間の多様性は微地形変化による水深や植生の違いの影響を受けていると考えられる。泉谷は、水深の変化はあったものの水域と湿地環境が混在し、水生生物にとって多様な環境が維持されていたことで生物量が多かったと考えられた。一方で、出西は、湛水域や地形の起伏など微地形変化はあるものの水生植物が少なく水生生物にとっては多様性の低い環境となっていたことで生物量が少なかったと考えられた。また、出西で優占していたアメリカザリガニは水生植物を摂食するため、食害により水生植物が増えることができなかった可能性も考えられた。したがって、出西では草刈りや水の管理などの維持管理に加えアメリカザリガニの駆除も必要であると考えられた。

ビオトープの環境を良好な状態に保つためには維持管理が必要となるが、維持管理には労力、機材費、時間といった資源を必要とする。しかし、今回調査した地区はいずれも十分な予算があるわけではなくボランティア的な活動が中心となっていたため、維持管理の頻度は地区により異なっていた。生物量が多かった泉谷は、現状ではこれ以上の頻度の管理は必要ないと考えられるが、植生遷移とそれに伴う水生生物の変化をモニタリングし、現状が維持されることが理想的である。それ以外の地区は維持管理の頻度・方法を実施可能な範囲で増やす必要があるといえる。しかし、人的資源は限られることから適切なタイミングで最低限の労力で維持管理できることが望ましい。植生や景観の観点からの維持管理の指標を挙げるならば、ガマの占める面積が簡易な指標として有効であると考えられるが、相関性を検討する必要があるので今後の課題といえる。

アメリカザリガニのような生態系への影響力のある外来種は、在来生態系の質的低下をもたらす。このため、理想的には、在来種を主として多様な生物種が生息する環境が維持されることが望ましい。しかし、コウノトリやトキを含めこれらを餌とする鳥類の保全という観点からは、ひとまずの餌資源の確保も重要である。よって、外来種に対しては、段階的に個体数を減らす、或いは、密度管理を行うといった対策が現実的といえる。また、駆除個体を保護飼育個体の餌料に充てるなど維持管理を持続するための仕組みづくりも必要である。

今後、大型鳥類の保全のための餌資源を確保していくためには、餌場環境を面積的にも増やす必要があると考えられるが、整備面積を広げると維持管理費も増えるため、どのように餌場環境を保全し、維持管理していくかが課題といえる。労力や活動費といった資源を地域で平準的に使うことができる仕組みづくりも必要となると考えられ、地域協働的に保全活動が展開されることが望ましいと考えられた。

## 参考文献

- 大嶋辰也 2021 雲南市におけるコウノトリ餌生物量調査の取り組み. 令和 2 年度 (2020 年度) 研究報告, 島根県技術士会, 2020-07
- 環境省 2020 環境省レッドリスト 2020, 環境省.
- 環境省 2021 生物多様性条約第 15 回締約国会議、カルタヘナ議定書第 10 回締約国会合及び名古屋議定書第 4 回締約国会合第一部の結果について, 報道発表資料 (令和 3 年 10 月 19 日). <http://www.env.go.jp/press/110106.html> (閲覧日: 2021 年 12 月 3 日)
- 島根県 2014 改訂しまねレッドデータブック(動物編), 島根県.
- 森脇昭子 2021 令和 2 年度餌生物量調査の結果報告. 令和 2 年度(2020 年度) 研究報告, 島根県技術士会, 2020-08
- WWF Japan 2021 国連生物多様性条約 (CBD) の第 15 回締約国会議 (COP15) が開始 (2021 年 10 月 11 日). <https://www.wwf.or.jp/activities/basicinfo/4714.html> (閲覧日: 2021 年 12 月 3 日)

# 出西ビオトープについて

吉 田 薫

## 1. 出西地区ビオトープの長短

出西地区ビオトープ（元水田）について、現地見学及び聞取調査により次のような感想をもった。

### ○長所

- ・少ない労力で水面が保持されている。
- ・水域に深淺があり、渇水期でも残水域が確保できる。
- ・水を張ることにより、陸生の雑草が著しく減少している。

（写真-1→写真-2への変化）

等

### ○短所

- ・外来種であるアメリカザリガニが主体で、他の生物が著しく少ない。  
（アメリカザリガニが支配する環境は、生物専門のメンバーの調査意欲を著しく減退させたようだ。）
- ・水の腐食対策として、年に数回の水替えを行う必要がある。
- ・当ビオトープは、上流においてポンプにより汲み上げられた水を取水している。したがって、水生生物の流下は期待できない。

等



写真-1. 湛水化 1 年目



写真-2. 湛水化 2 年目

## <ビオトープ池及び周辺で見られた生物>



写真-3. アメリカザリガニ・成体



写真-4. アメリカザリガニ・幼生



写真-5. シオカラトンボ、ヌマガエル



写真-6. イナゴ



(参考) イナゴの佃煮と脚のオイル揚げ

## 2. アメリカザリガニ対策

したがって、当ビオトープにおける当面の課題としては、アメリカザリガニ対策が挙げられる。試案だが、食欲旺盛でなんでも食べる印象のあるナマズを使ってみてはどうだろうか。ネットで両者の関係を調べると、ナマズがアメリカザリガニを捕食する動画もあるようだ。体の大きさの相互関係や環境条件が影響するだろうが、実験する価値はあると思われる。

## 3. 周辺水域とのつながり

当ビオトープではポンプを経由した取水が行われており、自然水域→用水路→ビオトープ（元水田）というつながりはない。

自然水域とつながっていれば、コンクリート水路やそこを経由した水田においても、多種類の生物が見られるようになる。平常時においては上流から幼魚が流されて来、産卵期には下流より成魚が遡上する。

以下、コンクリート水路（出雲市内別箇所）の状況と、水路及び水田で見られた生物を写真で示す。概ね、大きい魚（≒大型魚、成魚）は遡上、小さい魚（≒小型魚、幼魚）は流下してくるようである。

### <コンクリート水路>



写真-7. コンクリート水路・平常時



写真-8. コンクリート水路・洪水時(2021.07)



写真-9. モクズガニ



写真-10. ドジョウ



写真-11. ドンコ?



写真-12. ニゴイ?



写真-13. メダカ



写真-14. ナマズ・60 cm大 (2m 幅水路)



写真-15. コイ・60 cm大 (2m 幅水路, 2019.05)



写真-16. コイが産卵期に目指す樋管・小水路

<水田（取水口付近）>



写真-17. 水田の取水口



写真-18. アマガエル



写真-19. オタマジャクシ (カエル幼生)



写真-20. タニシ類



写真-21. ミズカマキリ



写真-22. ヤゴ (トンボ幼虫)、  
ハヤ (カワムツ?)



写真-23. カワニナ、 タニシ類、  
コイ、フナ、ハヤ (カワムツ?)



写真-24. カマツカ?



写真-25. ヌマエビ類、  
ハヤ (カワムツ?)

#### 4. コウノトリとの関係

前述の小動物は、いずれもコウノトリの食餌となる。10月9日の現地調査で、泉谷ビオトープ (大東町) から出西ビオトープ (斐川町) に移動する際に加茂町で見たコウノトリの採餌の様子を示す。また、参考までにアオサギの採餌の様子を示す。いずれも稲刈り直後なので、イナゴを捕食していると思われる。



写真-26. コウノトリの採餌の様子



写真-27. アオサギの採餌の様子

# 島根県B級遺産(候補)「木コンクリート合成桁橋」(最終報告)

島根県B級遺産研究分科会 松浦 寛司

## 1. はじめに

過去3年間の浜田橋の研究では、3次元測量による全体形状の取得、特殊な橋梁形式のルーツと本橋への展開、桁橋でありながら一体性を考慮した構造試行計算、支点部への CCD カメラ調査による主桁の腐食状況把握などを行った。

本年は、再度の地元聞き取り調査・文献調査により架橋の背景の確認と、新たに取得した「木コンクリート橋の設計(伊福部宗夫)」に関する資料をもとに本橋の全体像を最終報告としてまとめる。

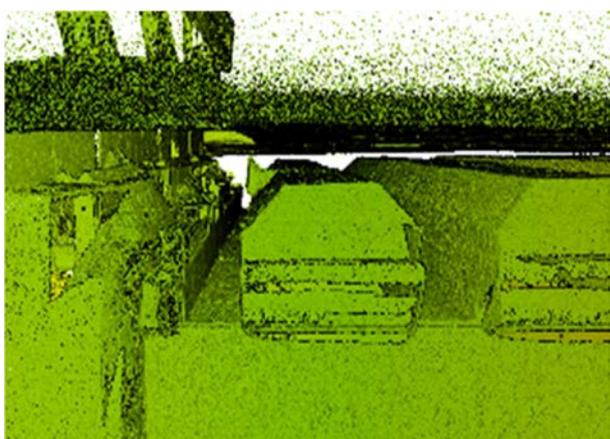


図 1-1. ハンチの損傷 (3D)



図 1-2. 主桁の状況

## 2. 聞き取り・文献調査の実施

### 2. 1 聞き取り調査

出雲建設業協会を通じて、昭和30年代の当地区の土木工事状況を知り得る建設業者を紹介いただき、9月18日に吾郷氏と共に梶谷建設社長をお訪ねし、架橋工事の背景について聞き取り調査を行った。

梶谷社長においても架橋工事の詳細は分からないとのことであったが、想像としながらも下記の助言を頂いた。

- ・現在の小境川の宍道湖合流部付近には以前は船着き場があった
- ・この船着き場は、宍道湖周辺部から一畑薬師への参拝の手段として、平田で生産された木綿などの出荷港として利用されていた
- ・港内への土砂堆積と浚渫(維持)工事の問題があった
- ・小境川が氾濫したとの歴史的記録はなく、小境川を河口から北垣上まで(約3Km)も改修する理由はない(終点には石積のアーチ橋(眼鏡橋:写真)あり)
- ・このような背景のもと、船着き場を風の影響を受けない東側へ移転し、小境川を西へ付け替える改修工事を戦後の失業対策事業として実施したのではないか。



図 2-1. 眼鏡橋

## 2. 2 文献調査

当該工事の記録に関して、以下の再調査を行った。

- ・史料調査：平田郷土資料、平田市誌、平田市誌追録、平田東郷土誌→記事無し
- ・小境川河川改修に関する調査：島根県河川課に一切の記録無し
- ・島建：本橋並びに小境川の改修に関する投稿なし

## 3. 架橋の背景の推察

過去に実施した調査や今回の調査、更には地形改変の様子が確認できる航空写真（H30年度：第1回中間報告）より、昭和30年代に失業対策事業として小境川を改修し、その一環として現在の浜田橋を架橋したものと推察する。



図 3-1. 1942 年 (S17)



図 3-2. 1962 年 (S37)



図 3-3. google マップ

## 4. 木コンクリート橋の構造についてのまとめ

昨年度試行作成した構造計算書について、本年入手した設計例（前出）に照らして再検証を行い、本橋の構造について同文献に対照する。

### 4. 1 本橋の構造設計手法

本橋に関する構造計算資料は確認できないため、昨年度、下記の条件を想定し構造検証を行った。

- ・設計荷重：TL-14（従来の2等橋）
- ・荷重分配：床版・主桁が一体となって抵抗
- ・床版作用：合成桁（死活荷重）
- ・弾性係数比： $n = 3.1$  (22/7)

その結果、適度な応力度状態と確認したが、本年入手した文献（前出）に提案されている弾性係数比 ( $n = 21/10 = 2.1 \rightarrow 2$ ) により再検証を行った。

妥当な応力状態と考えられる。

応力度照査

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{M \cdot y}{I} = \frac{360,411,000}{29,788,120,133} \times \frac{339}{133} = 4.1 \text{ N/mm}^2 \\ &< f_b' = 7.4 \times 0.7 = 5.2 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \\ \tau &= \frac{S}{A} = \frac{163,535}{331,200} = 0.5 \text{ N/mm}^2 \\ &> f_s' = 0.6 \times 0.7 \times 1.5 = 0.6 \text{ N/mm}^2 \quad \text{OK} \end{aligned}$$

## 4.2 「木コンクリート橋の設計と計算（伊福部宗夫）」への対照

### (1) 緒言（文献からの抜粋）

木コンクリートは高橋敏五郎氏の提案せるものであって、木桁橋の敷板の部分コンクリート床版として圧応力を受けさせ、桁の部分木材として引張応力をうけさせるようにし、両材料の特質を効果的に利用して、一体となって外力に抵抗するように考案された合成T型桁である。

本型式の橋梁は木桁橋に比して、剛度並びに耐久力の増加・桁断面の縮小・底面磨耗の減少による維持費の逡減・継桁工法による長径間桁橋の架設可能なること等の利点を持っている。特にその寿命は普通の木桁橋より遥かに長いと認められるので、現在の状況の下では極めて優秀な工法と考えられる。

本橋への対照

- ・ 記述の内容通りの構造 → 一体型の合成T型桁橋
- ・ 架橋後60年程度の経過と推定 → 耐久性は十分

※今日も比較的健全な状態での供用であることより、十分な耐久性を発現している。

### (2) 輪荷重の分布（文献からの抜粋）

近来自動車による輸送量の増加に伴い自動車輪荷重も亦増大して、既設の小橋梁に重大な脅威を与えている。従って今後の橋梁設計に於いては特に之に対して考慮を払わなければならない。ここでは輪荷重が木コンクリート橋に於いて如何に分布されるかという事について論じてみたいと思う。木コンクリート橋は桁間隔が比較的小さくしかも桁の剛性が大きくないので、独立の桁として働くよりも全体として一箇の床版橋に近い働きをなす事は実験によって確認されたところである。実験の1例を示せば第1図・第2図の如くである。

(道路第2巻第12号・同第4巻第8号参照)

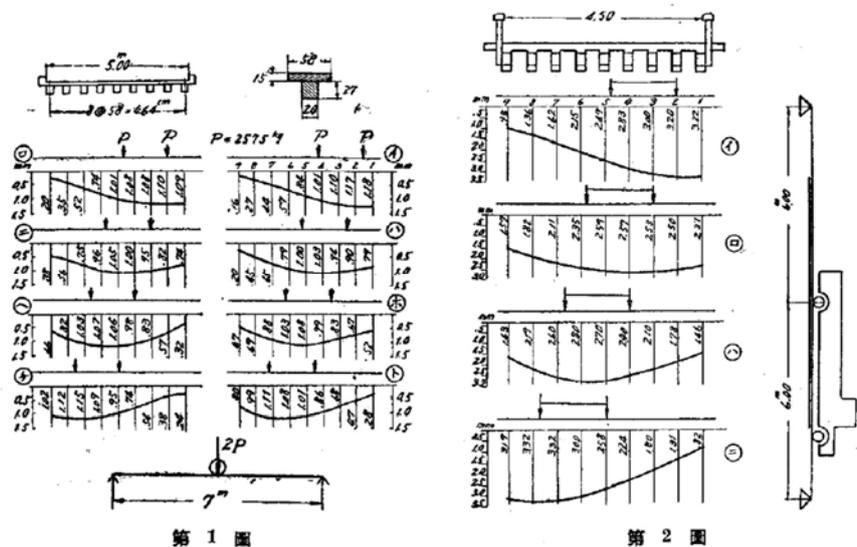


図 4-1. 輪荷重分布図

本橋への対照

- ・ 全体として一つの床版橋に近い働き → 版として全体での負担

※一体とした想定での試行計算は妥当である。

### (3) 床版について (文献からの抜粋)

木コンクリート橋は戦時中に考案実施されたもので鉄材の使用を極度に減少させる目的から、床版に鉄筋を挿入しないのを原則としている。しかし戦後の情勢の変化によって鉄材の使用が必ずしも困難でなくなったので、今後の本橋の実施に当たっては鉄筋を挿入するようになりたいと思う。実際に施工した木コンクリート橋の調査によれば、現在までのところ床版に重大な欠陥を認められないと報告されているが、床版に生ずる曲げ応力がコンクリートの許容し得る引張応力、例えば  $5\text{kg/cm}^2$  を越さないようにするには、木桁の純間隔を床版の厚さの2倍程度に制限しなければならない。このことは桁の数を必要以上に多くしなければならないと同時に、床版橋に於いて横鉄筋を欠いたと同様な不安を与える。

故に床版の安全性を増し、主桁間隔の制限を緩和し、荷重分布を良好にしてその連続性を確保し、想定最大輪荷重法の適用を有効ならしめるために鉄筋を挿入することが望ましい。

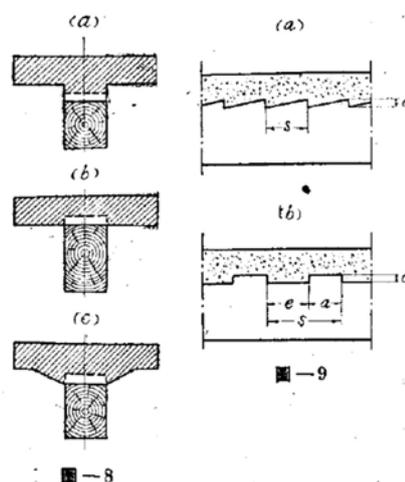
本橋への対照

- ・ 現地調査で確認した鉄筋 → 流通・構造的観点より鉄筋構造を選択
  - ・ 床版純支間 =  $600 - 180 = 420\text{ mm} > 2 \times 150 = 300\text{ mm}$  → 広い主桁間隔
- ※鋼材入手が容易になり、提案内容を踏まえ鉄筋構造を採用したと想定される。

### (4) 木桁とコンクリート床版の接合の種類 (文献からの抜粋)

図-8(a)は木桁の上部をコンクリートで置き換えて木材断面の節減を計ったもので、これを桁高型と名付けることとする。同(b)は欠込みの歯がコンクリート床版内に埋め込みになっているもので、これを埋込型と名付ける。同(c)は(a)の特別の場合と考えられるが、木桁の両側にコンクリートハンチを附せるもので、これをハンチ型と名付ける。

(a)は(b)に比して曲げモーメントに対して有効であり、(b)、(c)は(a)に比して水平剪断力に対して有効である。



本橋への対照

- ・ (a) の構造では突起部の剥離の懸念が残る → 耐久性より (c) を選定
- ・ ハンチ型の採用 → 曲げに対する有効性に配慮
- ・ ハンチ高 100 mm、床版厚 150 mm

床版剛性の取り込み (断面2次モーメント) に大きく寄与している

※ハンチ接続構造を採用し、耐久性と構造耐力の向上に配慮したと想定される。

(5) 設計計算例にみる床版鉄筋 (文献からの抜粋)

ハンチを附するから、この桁間隔では鉄筋は必ずしも必要でないが、安全のために  $\phi 12\text{mm}$  を  $25\text{cm}$  間隔に挿入し、 $\phi 9\text{mm}$  3本を桁間に配力筋として用いる。その配置は図-63に示す如くである。

1m当り鉄筋量は  $4 \times 1,131 = 4.52\text{cm}^2$  となる。

更に定着用とした皆折釘  $6\text{mm} \times 6\text{mm} \times 17\text{cm}$  を設計図の如く千鳥に打ち込む。

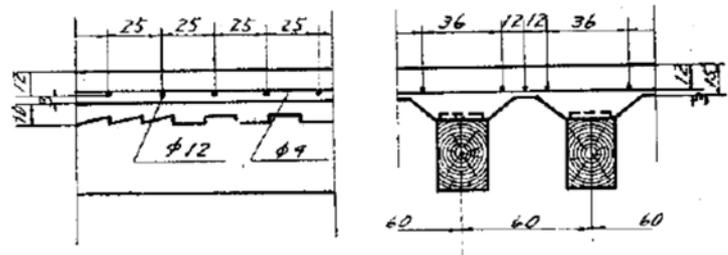
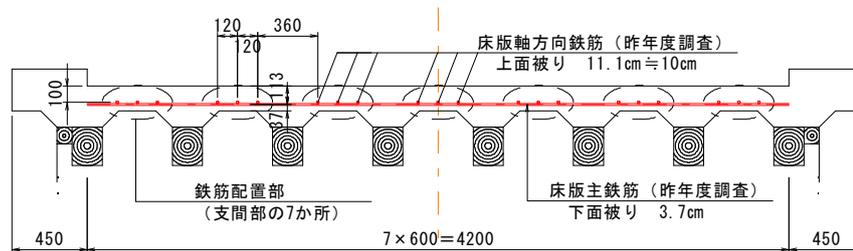


図-63

本橋への対照

- ・ 昨年度 (第3回中間報告書) 確認した鉄筋配置 → 計算例と整合



浜田橋 床版配筋対比表

主桁間隔 (cm)		主鉄筋間隔 (cm)		配力筋間隔 (cm) 中間床版		配力筋間隔 (cm) 中間支点	
計算例	浜田橋	計算例	浜田橋	計算例	浜田橋	計算例	浜田橋
60	60	25	25	12	12	36	36

5. まとめ

偶然見かけた本橋の特異性に驚いた一週間後、藤井名誉会長の講演から曾田判次郎氏により「木コンクリート合成桁橋」が架橋されていたことを知った。その構造は、引張材としての木桁と圧縮材としてのコンクリート床版を木材の上面に配した2種類の突起により合成したものであり、木造橋の耐久・耐荷性を大きく改善し鉄筋コンクリート床版に対する経済化もなし得たものである。

この橋梁形式は北海道で開発されたものであり、島根には曾田氏により持ち帰られたものと考えられる。曾田氏が目指した島根版「木コンクリート桁橋」は、湿度の高いこの地に適応するため桁座部への工夫がなされ、今日も構造を害するような腐食の発生はなく、健全に供用し続けられている。

曾田氏が活躍された時代には標準設計図集も作成され、多数の橋梁が架橋された模様であるが、残念ながら現存する同種橋は他には確認できていない。

本橋は、国道の移設により偶然にも掛け替えを免れた橋梁と考えられる。管理者や構造を理解する技術者が施設の特異性について情報を共有し、現状の把握と損傷部の補修により全国にも珍しい本橋の延命化を図ることが重要であると考えられる。

## 島根県B級遺産研究分科会（今後の研究活動について）

### 1. 偏心円筒分水工と竹矢サイホン

松江市八幡地区の用水施設には、全国にも稀な偏心円筒分水工が現存し、今日も下流域の灌漑用水の公平な分配に寄与している。ここには、円筒分水工の他に2本の隧道が見られ、終点側の2号隧道の写真は道路・畑地を下越したはげ口部と考えられる。この間には約100mの逆サイホンが現存すると考えられ、灌漑用水の確保に努力した先人の足跡や各種の構造を明らかにする。



偏心分水工



第1号隧道



第2号隧道



国道部の水管橋

### 2. 水嚢を利用した連続合成桁 向横田大橋（高津川）

益田市向横田町～神田町の高津川には、1963年に架橋された向横田大橋が供用されている。本橋は4径間連続合成鉄桁橋であり、プレロード荷重として水嚢を利用した模様である。今年度の調査により、架橋時の図面・数量計算書を入手できたことより、連続合成桁の復元設計を試行し水嚢の利用について考察する。



向横田大橋上流側

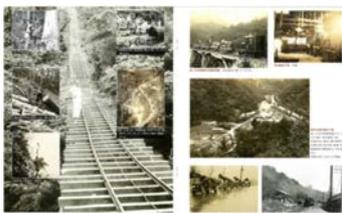


桁下状況 (2主鉄桁)



橋歴版 (横河橋梁)

### 3. その他（活動予定候補）



吉賀町：鈴の大谷線鉄道跡



益田～匹見：索道施設のモデル



# 島根の再生可能エネルギーについて

エネルギー多様性研究分科会 神庭 和彦

## 1. はじめに

エネルギー多様性研究分科会は、令和3年度の活動として、8月28日(土)に島根県企業局が行っている江津浄水場太陽光発電所及び三隅港臨海工業団地太陽光発電所、10月14日(木)に宍道湖流域下水道東部浄化センター消化ガス発電所及び松江バイオマス発電株式会社の現地視察を行った。これらの施設は、いずれも温室効果ガス削減に資する再生可能エネルギーの発電施設である。

本年10月に閣議決定された第6次エネルギー基本計画では、2030年度の温室効果ガス排出量を2013年度比で46%削減した場合の電源構成が示され、再生可能エネルギーの割合を36~38%に引き上げる野心的な見通しが示されたことから、現地視察の結果を踏まえて考察してみたい。

## 2. 第6次エネルギー基本計画

令和3年11月1日からイギリスの都市グラスゴーで国連気候変動枠組み条約第26回締約国会議(COP26)が開催された。岸田総理は、2050年のカーボンニュートラルを目標に、2030年度に温室効果ガスを2013年度比で46%削減することを目指し、さらに50%の高みを目指して挑戦を続けることを表明しました。2030年度の目標は、昨年度までの26%から46%に大幅に引き上げられており、第6次エネルギー基本計画で示された電源構成は次表のとおりである。

電源構成比率	2019年	2030年(26%削減)	2030年(46%削減)
再エネ	18%	22~24%	36~38%
太陽光発電	6.7%	7.0%	14~16%
風力	0.7%	1.7%	5.0%
地熱	0.3%	1.0~1.1%	1.0%
水力	7.8%	8.8~9.2%	11.0%
バイオマス	2.6%	3.7~4.6%	5.0%
水素・アンモニア	0%	0%	1%
原子力	6%	20~22%	20~22%
LNG	37%	27%	20%
石炭	32%	26%	19%
石油等	7%	3%	2%

この基本計画の策定にあたっては、徹底した省エネルギーや非化石エネルギーの拡大を進める上での需給両面における様々な課題の克服を野心的に想定した場合に、どのようなエネルギー需給の見通しとなるかを示すものとされている。再生可能エネルギーが18%から36~38%と大幅に増加しており、原子力は26%削減時と同じ20~22%で電源の1/5を占め、新たに水素・アンモニアが追加されている。

### 3. 太陽光発電施設の視察

#### (1) 江津浄水場太陽光発電所

江津市松川町の江津浄水場内に位置する太陽光発電所は、島根県企業局が浄水場の敷地内で、未利用地の有効活用及び環境保全意識の高揚と啓発などを目的に建設したものである。平成 25 年 10 月に現場着手して、平成 26 年 3 月には運転開始しているため、短期間で発電が開始されている。

##### 【施設の概要】

- ・設置面積：6,500 平方メートル
- ・出力規模：約 430 kW
- ・年間予想発電量：437,000 kWh  
(標準的な家庭の約 120 世帯分)
- ・太陽電池モジュール：京セラ株式会社
- ・パネル枚数：1,848 枚
- ・パワーコンディショナー：株式会社東芝



#### (2) 三隅港臨海工業団地太陽光発電所

浜田市三隅町の中国電力三隅発電所に近接する三隅港臨海工業団地内に位置する太陽光発電所は、島根県企業局が未利用の民有地や未分譲地に、電気事業の拡大と再生可能エネルギーの普及・推進を図る目的に建設したものである。この施設は、平成 28 年 3 月に運転開始しており、工事着手から短期間で発電が開始されている。

##### 【施設の概要】

- ・設置面積：25,000 平方メートル
- ・出力規模：約 1,800 kW
- ・年間予想発電量：2,035,000 kWh  
(標準的な家庭の約 590 世帯分)
- ・太陽電池モジュール：京セラ株式会社
- ・パネル枚数：7,452 枚
- ・パワーコンディショナー：東芝三菱電機産業システム株式会社



#### (3) 太陽光発電の特徴

太陽光発電は、江津浄水場の事例にみられる分散した太陽電池モジュールの設置や三隅港臨海工業団地にみられる大規模な発電、住宅用の小規模な発電、非常用電源としての利用など幅広い利用が可能である。また、太陽光発電所は、他の再生可能エネルギーに比べて比較的短期間のうちに発電が可能であり、相対的にメンテナンスが容易であるというメリットがある。

一方、太陽光による発電量は、日照時間や日射量に大きく影響を受けるので、夜間や発電量が低下した時に停電が発生しないよう他の発電方式による電力の確保が重要であり、太陽光発電のシェアが高まるほど重要な課題となる。また、一定地域で集中的に発電所の設置が行われると、送配電系統の電圧上昇につながり、対策費用の発生が課題となっている。

今回視察した太陽光発電所は、造成済みの未利用地に設置したものであるが、森林面積が国土の7割を占める日本では、平地が少なく太陽電池モジュールの設置場所が限られる。大規模な太陽光発電所は、山地を切り開いて設置する事例が多く見かけられるが、敷地造成中の大雨による土砂流出や、自然環境や景観が損なわれるなどの事例が発生しており、太陽光発電を拡大するうえでの課題となっている。

#### 4. バイオマス発電施設の視察

##### (1) 宍道湖流域下水道東部浄化センター

松江市竹矢町に位置する島根県宍道湖流域下水道東部浄化センターは、松江市（旧松江市、旧玉湯町、旧八雲村、旧東出雲町）及び安来市（旧安来市、旧広瀬町）の家庭や工場から出る下水を浄化する施設であり、令和3年9月時点、計画処理人口：175,400人、計画処理水量：84,170（m<sup>3</sup>/日）となっている。下水処理の過程で発生する下水汚泥は、消化タンクと呼ばれる大型タンク内に貯留し、加温することで発酵により分解し減容化される。消化ガス発電は、発酵する過程で発生する「消化ガス」と呼ばれる可燃性ガスを燃料にして内燃機関（エンジン）を動かし、発電機にて発生した電気を電気事業者に売電している。

消化ガス発電事業は、月島機械株式会社とカナツ技建工業株式会社による「民設民営方式」で行われており、東部浄化センターから消化ガスを購入して発電を行っている。消化ガスを燃料としたエンジンの排熱は、温水として回収して下水汚泥を発酵させる消化タンクの加温用熱源として利用されており、内燃機関を利用したコージェネレーションにより省エネ効果を高めている。この発電事業は、固定価格買取制度（FIT制度）を活用して、20年間は発電事業を行うこととしており、FIT制度が発電事業の契機となっている。

##### 【施設の概要】

- ・ 発電容量：253 kW×3 台
- ・ 年間発電量（計画値）：4,300,000 kWh（標準的な家庭の約1,200世帯分）
- ・ ガスエンジン発電機：ベルギー製



##### (2) 松江バイオマス発電株式会社

松江市大井町に位置する松江バイオマス発電株式会社は、ナカバヤシ株式会社と日本紙パルプ商事株式会社及び三光株式会社の3社が出資した木質バイオマス発電所である。島根県内に多くの工場を有するナカバヤシ株式会社は、アルバムや文

具紙製品などを扱う会社であり、固定価格買取制度（FIT制度）を契機に紙の原料となる木材を燃料とするバイオマス発電に取り組んだものである。木質バイオマス発電は、間伐材や枝葉・木くずなどの未利用材をチップ化して燃料とし、蒸気タービン・発電機で発電するものであり、メリットは次の3項目が挙げられる。

① CO<sub>2</sub>の排出抑制（カーボンニュートラル）

燃料の木質チップを燃やす際に放出される炭素は、成長過程で光合成の際に大気中から吸収した炭素とみなされるため、大気中のCO<sub>2</sub>は増加しない。

② 高い稼働率（24時間連続定格運転）

太陽光発電や風力発電などと比べ、天候や時間帯の影響を受けることが無く安定して電力を供給することができる。

③ 雇用や地域経済への貢献

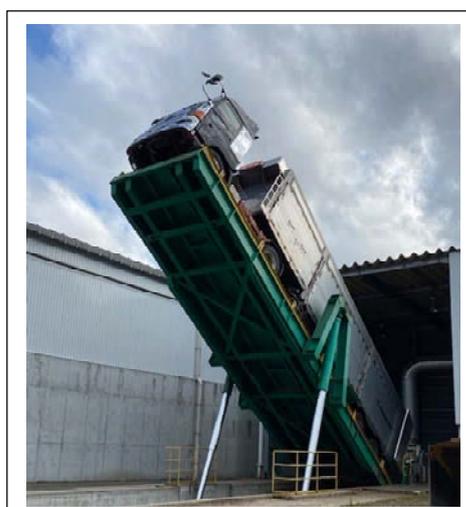
林業をはじめ、燃料チップの生産～運搬に至るまで地域社会の雇用や経済促進に貢献できる。また、林地残材の減少による山間部の災害予防や定期的な植樹や植え替えによる関連水域の水質浄化にも繋がる。

【施設の概要】

- ・発電容量：6,550 kW
- ・年間発電量：52,000,000 kWh（標準的な家庭の約15,000世帯分）
- ・蒸気タービン：新日本造機株式会社
- ・発電機：富士電機株式会社



燃料チップヤード



トラックダンプスケールによる受入れ



流動層ボイラー



蒸気タービン及び発電機

### (3) バイオマス発電の特徴

バイオマス発電とは、動植物などから生まれた生物資源(バイオマス)を「直接燃焼」や「ガス化」するなどして発電するものであり、林地残材や製材廃材等の木質系バイオマス、食品廃棄物等の食品産業系バイオマス、稲わらや家畜糞尿等の農業系バイオマスなどがある。宍道湖流域下水道東部浄化センター消化ガス発電は、下水汚泥の処理過程で発生する可燃性ガスを燃料にして発電するものである。松江バイオマス発電は、林業の植林や間伐等の作業で山林に放置されてきた間伐材や枝葉などの未利用材を搬出し、チップ化して燃料として発電するものであり、林業の活性化や山間部の災害防止などに貢献するものである。バイオマス発電の強みとしては、廃棄物を原料とする発電で循環型社会の形成に資するものであり、太陽光発電や風力発電等に比べて気象条件に左右されず発電が可能である。

一方、廃棄物を原料とするバイオマス発電は、原料が小規模に散在しており、原料の収集や運搬に費用が嵩むと発電にかかるコストが嵩むことになる。松江バイオマス発電の原料となる間伐材や枝葉などの木材チップは、島根県素材流通協同組合と連携して県内各地の林業の現場等から確保しているが、今後とも大量の木材チップを安定的に調達するサプライチェーンの確保と収集、運搬、管理にかかるコストが課題である。東部浄化センター消化ガス発電は、東部浄化センター下水道の計画処理人口が大きく影響を及ぼし、人口が減少すると消化ガスが減少して発電量は低下することが課題となる。

## 5. まとめ

2050年のカーボンニュートラルを目標に本年度作成された第6次エネルギー基本計画を、今回の再生可能エネルギー発電施設の視察を踏まえて考察してみると次の課題が挙げられる。

### ① 固定価格買取制度(FIT制度)の功罪

FIT制度が導入された2012年以降、太陽光発電を中心に再生可能エネルギーの設備が大きく増えており、成果を発揮している。今回視察した発電施設も全てこのFIT制度を契機として取り組まれたものである。しかし、FIT制度は、電力会社が買い取る費用の一部を賦課金という形で電気料金として電気利用者が負担する制度となっており、賦課金単価は年々増加傾向にあるので、米国・中国・欧州等に比較して高価な日本の電力料金はさらに高騰することとなる。

### ② 不安定な再生可能エネルギー

再生可能エネルギーのうち太陽光と風力による発電量は、第6次エネルギー基本計画では電源の20%程度を占める計画であるが、日照時間や風量等によってその発電量が大きく変動し、地球温暖化による気候変動により更に変動する可能性が高いエネルギーである。安定的に発電できるとされる水力発電も、異常気象により干ばつが発生すると発電できない状況となる。発電量が不安定な再生可能エネルギーを補完し、電力の安定供給に資する技術開発が必要である。再生可能エネルギーの導入が進むEU加盟国では、化石燃料の中ではCO<sub>2</sub>の発生が少ない天然ガスを使用しているが、その需要が増大して最近の天然ガスの価格高騰の一因ともなっている。

### ③ 再生可能エネルギーの技術開発と輸出産業化

今回視察した4施設のうち、宍道湖流域下水道東部浄化センター消化ガス発電事業のみ外国製のガスエンジン発電機を導入しており、他の施設は国内メーカーの製品であった。世界各国が再生可能エネルギーの技術開発にしのぎを削る中、食料・エネルギー・国防など多くを海外に依存している日本にとって経済成長は重要である。水素やアンモニアの活用など再生可能エネルギーに係る技術開発を積極的に推進し、輸出産業として育成していくことが重要である。

島根原子力発電所2号機は、原子力規制委員会の安全審査で合格し、再稼働に向けた地元協議が始まった。浜田市で2号機建設中の三隅火力発電所は、COP26で議論となった「石炭」を燃料とする火力発電所である。2050年のカーボンニュートラルに向けて再生可能エネルギー発電の整備を積極的に推進しているが、電力の安定供給は重要な検討課題であり、原子力発電や石炭火力発電も重要な選択肢である。日本の将来のエネルギーの在り方について、エネルギー供給の実態を正しく理解して俯瞰的に考えていく必要がある。

(参考資料：引用ホームページ)

- 1) 島根県企業局HP
- 2) 島根県宍道湖流域下水道事務所HP、パンフレット
- 3) 松江バイオマス発電(株)HP、パンフレット
- 4) 経済産業省資源エネルギー庁HP



10月14日 エネルギー多様性研究分科会 現地視察参加者  
(松江バイオマス発電株式会社にて)

# 江津浄水場太陽光発電所 視察報告

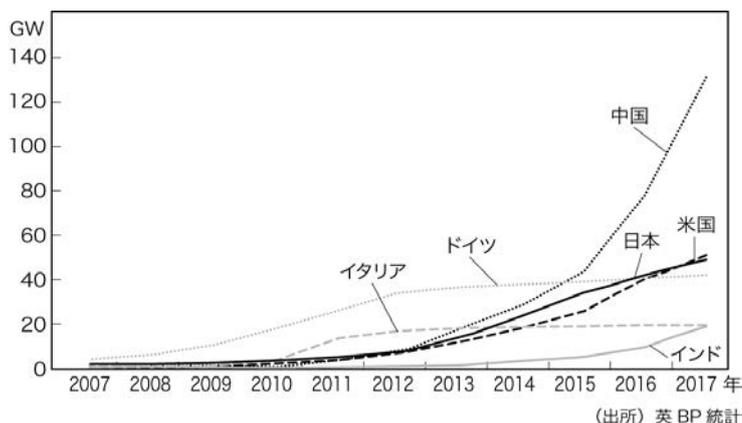
## ～ 島根県企業局西部事務所 ～

エネルギー多様性研究分科会 角谷 篤志

### 1. はじめに

習近平・中国国家主席は 2020 年 12 月の「気候野心サミット」で「2030 年までに風力発電と太陽光発電の総設備容量を 12 億 kW（大型原発 1200 基分に相当）以上とする」とするとても大きく大きな目標を口にした。

石炭火力並みに低コストな再生電力が供給されれば、政府も需要家もゼロカーボン化に伴う経済的負担を減らすことができる。



(日経ビジネス 2021. 11. 16 より抜粋)

環境先進国といわれるドイツでは現在、2050 年に再生可能エネルギーの発電比率を 80%に引き上げることを目標に、連邦・州政府、市民が一丸となってまい進している。

なかでもドイツ中南部のエアランゲン市（人口約 11 万人）にある「シュタットベルケ」は、地産地消型の電力供給モデルの先進例である。市内の全電力を賄う市の 100%子会社である。電力に占める再生可能エネルギーの割合は 82%で、2030 年には 100%持続可能なエネルギーに切り替える方針を立てるなど、グリーンエネルギー先進事例である。

このような世界的な時流や先進事例などを参考にしながら、今後の地域エネルギーの地産地消を考えて行きたい。

令和 3 年度である今年度の視察については県西部の発電施設の視察を計画した。当初は 8 月 28 日(土)に、火力発電（中国電力三隅発電所）と太陽光発電（江津浄水場太陽光発電所、隅港臨海工業団地太陽光発電所）を視察予定であった。

しかし、8 月 24 日、中国電力三隅発電所（浜田市三隅町）に勤務する 12 人が新型コロナウイルスに感染し（このうち 7 人をクラスターと認定）、三隅発電所から視察受け入れを中止する連絡が入ったことから、中国電力三隅発電所等の視察を来年度以降に繰り延べすることとし、島根県企業局が管理する発電所のうち江津浄水場太陽光発電所のみを視察へ変更した。

今年度の視察施設が大幅に減ったことから、第 2 回目として 10 月 14 日(木)に県東部の火力発電施設（バイオマス）である宍道湖東部消化ガス発電所（月島機械(株)）と松江バイオマス発電所（松江バイオマス発電(株)）の 2 施設を追加視察した。

本稿は、第 1 回目視察の江津浄水場太陽光発電所（島根県企業局西部事務所）について報告する。

## 2. 令和3年度の活動内容について（第1回視察関係）

ミーティング、活動日程について

7月 3日（日） 今年度の活動内容についての検討

8月 28日（土） 現地視察見学

## 3. 視察（第1回：江津浄水場太陽光発電所）

### 3. 1. 視察内容（視察箇所、時期、行程および視察内容）

視察箇所：江津浄水場太陽光発電所

参加者：石崎正信、井上数夫、大嶋辰也、小村勤、角谷篤志、永田良和  
（五十音順、計6名）

日時：令和3年8月28日（日） 9:30～12:00

場所：島根県江津市松川町上河戸（江津浄水場）

内容：太陽光発電所 視察

対応者：島根県企業局西部事務所 電気課 課長 大塚 暢

日程：7:30 島根県松江合同庁舎

8:30 きらら多伎

9:30 太陽光発電所 視察（説明：管理者：島根県企業局）

13:00 きらら多伎（解散）

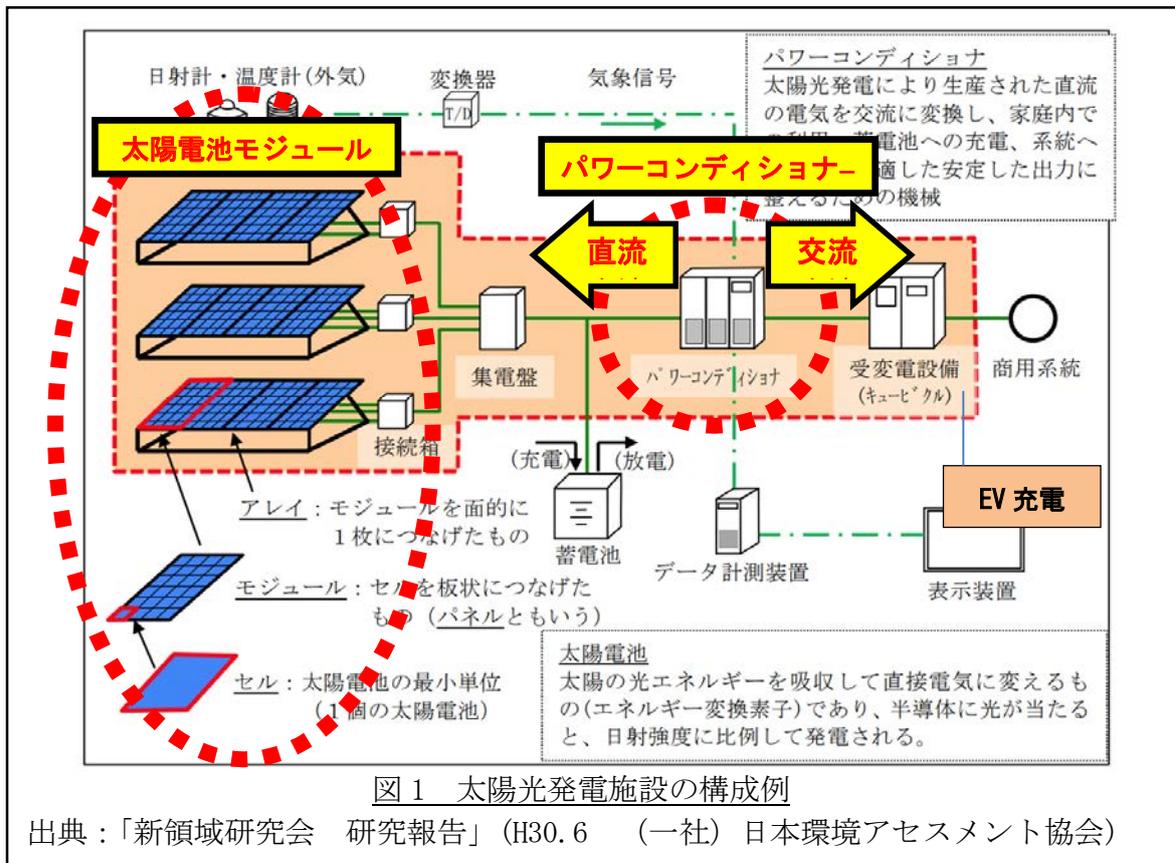
14:00 松江合庁（解散）



第1回視察 参加者（6名）

### 3. 2. 太陽光発電施設の構成

太陽光発電施設の一般的な構成を下図に示す。



#### 太陽電池モジュール (太陽光パネル)

太陽電池は「セル」「モジュール」「ストリング」「アレイ」といった単位で扱われている。太陽電池セルは最小構成単位であり、電池のいわば素子である。このセルを配列してある程度の電力が得られる単位にまとめたものが太陽電池モジュールと呼ばれる。モジュールは強化や保護のためにガラスコーティングなどの加工が施され、単体で製品として扱われる。いわゆるソーラーパネルは、この太陽電池モジュールに相当する。

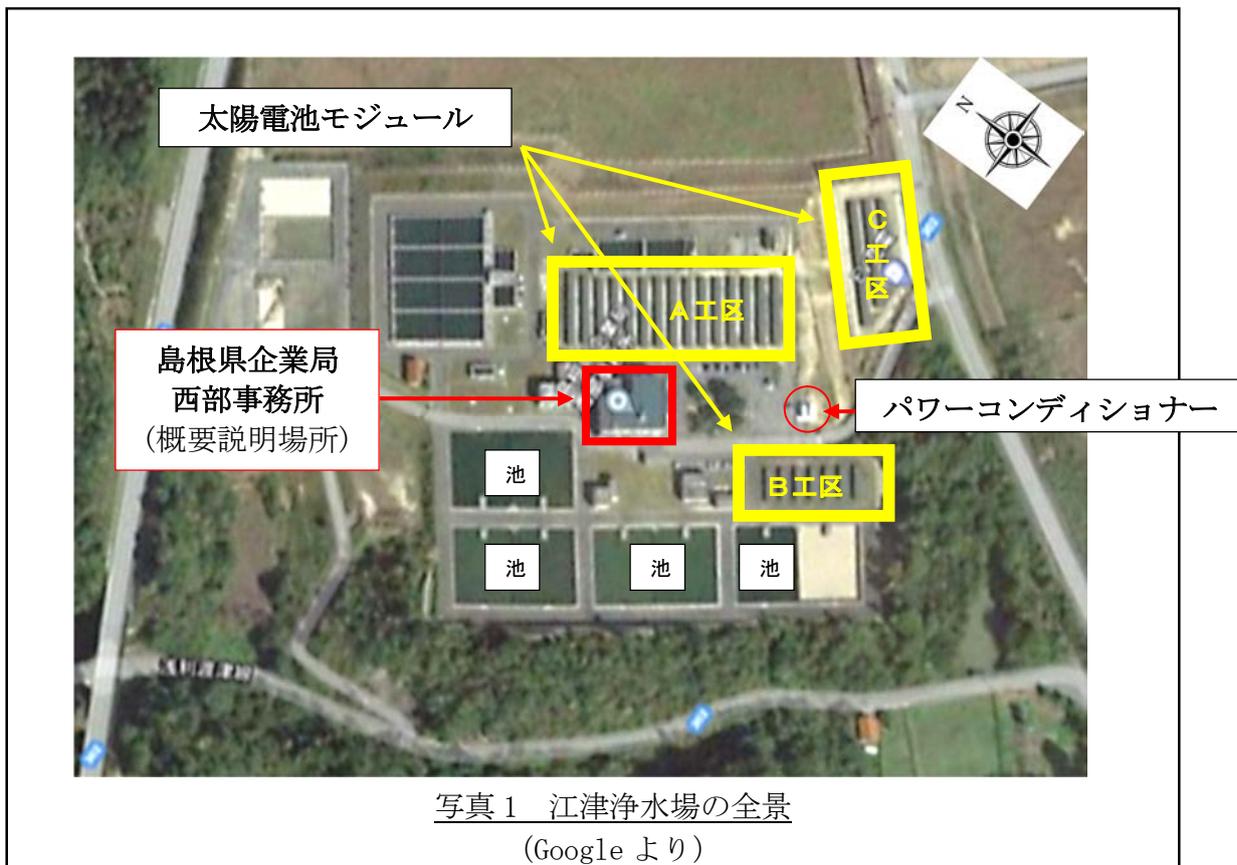
(出典: フリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』)

#### パワーコンディショナー (パワコン: PCS)

パワーコンディショナー (パワコン) は、太陽光発電システムや家庭用燃料電池を利用する上で、発電された電気を家庭などの環境で使用できるように変換する機器であり、インバータの一種である。ソーラーパネルなどから流れる電気は通常「直流」であり、これを日本の一般家庭で用いられている「交流」に変換することで、通常利用可能な電気にすることができる。なお、外国ではインバータやラインコンディショナーと呼ばれることもある。

(出典: 新語時事用語辞典 - Weblio ビジネス)

### 3. 3. 江津浄水場太陽光発電所（設備・機器の概要）



#### 【施設規模】

設置面積：6,500m<sup>2</sup>、 出力規模：約430kW  
年間予想発電量：437,000kWh  
(年間3,650kWhを消費する標準的な家庭の約120世帯分)

#### 【機器規格】

##### 太陽電池モジュール（太陽光パネル）

株式会社京セラ  
種類：多結晶シリコン  
パネル枚数：1,848枚、 出力：242W/枚

##### 架台（太陽光パネルの基礎）

プレキャストコンクリート製  
基数：462基

##### パワーコンディショナー（パワコン：PCS）

メーカー：東芝三菱電機産業システム株式会社  
定格容量：250kW×2面

(参考) 上記データは島根県企業局のHPより抜粋した数値である。

### 3. 4. 江津浄水場太陽光発電所の概要説明（島根県企業局西部事務所）

島根県企業局西部事務所内にて島根県企業局西部事務所の大塚暢電気課課長により、島根県企業局（西部事務所）が所管する発電設備、および江津浄水場太陽光発電所について、非常に分かり易い説明がされた。概要は以下のとおりである。



写真2 企業局事務所内での説明  
(講師：大塚課長)



写真3 現地での説明

#### ①FIT制度（電気の固定買い取り制度）

再生可能エネルギーの普及を目的として、2009年より施行された制度である。FITは国単価であり、太陽光の単価が下がる一方であるため、新規参入者にはハードルが高いと言える。

固定買取価格制度（FIT制度）が20年なので、20年間運転したうえで借地をさら地に戻した状態で赤字にならないよう20年でペイできることを前提に計画している。

太陽光パネルはメーカーによるが数%づつ経年劣化するものの、耐用年数である20年を経過してもまだまだ発電できると言われており、FITの期間（20年間）では太陽光パネルの更新は無いと考えている。また、パソコンの耐用年数はメーカーによると10年程度ではあるものの、太陽光パネルと同様、現状ではFIT期間中の更新の計画がないとのことである。

固定買取価格制度（FIT制度）の関係で、2,000kWを超えると売電単価が下がるので石見空港では西地区と東地区とに分けて接続点を設けている。また、同じメーカーの製品を採用するなど、維持管理の効率を高める工夫をしている

#### ②太陽光発電設備（島根県企業局西部事務所）

島根県企業局は、江津浄水場で430kWの太陽光発電設備を営業運転している。太陽光発電設備ではここ以外にも、浜田市の三隅港臨海工業団地で出力1.8MW（＝600kW×3台）、江津市の江津地域拠点工業団地で出力1.2MW（＝600kW×2台）、益田市の石見空港で出力3.49MW（＝1,990kW＋1,500kW）にて営業運転している。

### ③太陽光パネル（太陽電池モジュール）

発電効率はパネル角度 30° が最も発電に有効であると言われている。（地域差はある）ここでは 15° ～16° の角度に設置している。単体では角度を更に立てた方が良いが、後ろに影が伸びパネルの設置間隔を広くする必要があるので敷地効率を考えてこの角度に設置している。北海道は逆に積雪の関係で、より急角度に設置している所が多い。

ひまわりの様に太陽が当たる方向にパネル面を向ける方法もあるが、動くものは動かないものよりも壊れ易いのでメンテナンス費用がよりかかる。ロスはあるがトータルで出力が出れば良いので、太陽に追従して向きを変える方法は採用していない。



写真4 太陽光パネル（前面側）  
パネルは南東を向いている



写真5 太陽光パネル（背面側）  
パネル角度は 15° ～16°

江津浄水場太陽光発電所では太陽光パネルは 3 カ所に設置され、A工区が約 4,000m<sup>2</sup>、B工区とC工区がそれぞれ約 1,000m<sup>2</sup> の計 6,500m<sup>2</sup> あり、太陽光パネルは全て南東向きに設置されている。

日の出程度の光量からでも出力があり今日の様な曇り日でも 100Kk W以上出ている。



写真6 視察当日の発電状況  
（曇り日の状況下で発電）

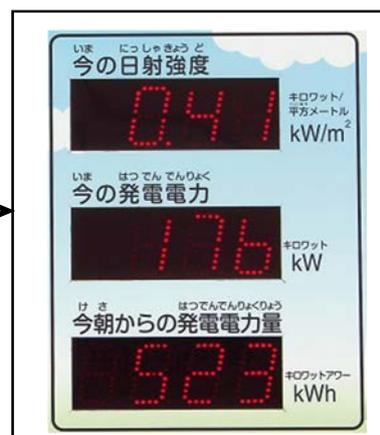


写真7 発電量

潮風の影響で塩や黄砂がパネル表面に付いたらパネルを拭いた方がより良いが、降雨時には流れてしまうのでその様な手間はかけていない。なお、太陽光パネルにはメーカーにより表面加工されていて、石見空港と三隅港工業団地の一部は防眩仕様パネルも使われている。一般的に太陽光発電は水力発電・風力発電に比べ手間がかからない。

維持管理巡視点検を月1回実施している。電気業者に委託し、割れていないか、トラブルが無いかなどの巡視や、配電線の送電停電の対応、落雷時の点検や復電の対応を委託している。

パネルが割れることはある。三隅発電所では交換したことがあるとのことであった。

#### ④架台（太陽光パネルの基礎）

石見空港と同様、工業団地で買い手がいなかった土地を借りている。敷地がフラットに整備されており基礎地盤はしっかりしていて、架台はコンクリート二次製品の特注製品を採用している。



写真8 架台



写真9 架台

他では単管だけで組んだ、より安価な方法が多く採用されているが、ここ江津浄水場太陽光発電所では二次製品コンクリート製の架台を設置しているため、建設費は単管よりも高くなった。

架台の幅が広く不等沈下に対し安全度が高く、安定性も十分ある。

部材が太く強固で重量があるが、その反面、重量があるため施工性は比較的悪い。

特注製品であるため、破損した場合は交換または補修の費用が割高になる傾向にある。

風に飛ばされない様に設計しており、草が伸びると影が出来て出力が落ちるので、草刈しながらやっている。



写真10 架台（太陽光パネルの基礎）  
（プレキャストコンクリート製）

### ⑤パワーコンディショナー（パワコン：PCS）

江津市と浜田市と益田市に設置した島根県企業局西部事務所の太陽光発電設備は、いずれも京セラ製の太陽光パネルと、東芝三菱電機産業システム株式会社製のパワーコンディショナー（PCS）を採用していて、京セラ製の太陽光パネルの効率は10～13%である。



写真11 パワーコンディショナー  
(全景)

パワーコンディショナーは高温を発生するため、エアコンで冷房して運転している。パワーコンディショナーの発熱は膨大であり、エアコンが止まると発電に支障が出る。



写真12 パワーコンディショナー  
(室内)



写真13 エアコン  
(比較的大きい)

#### 4. 考察

江津浄水場太陽光発電所の発電量と設備利用率の実績（H27～R2）について、島根県企業局のweb上で公開されていたデータを年度別・月別にまとめたものを下表に示す。

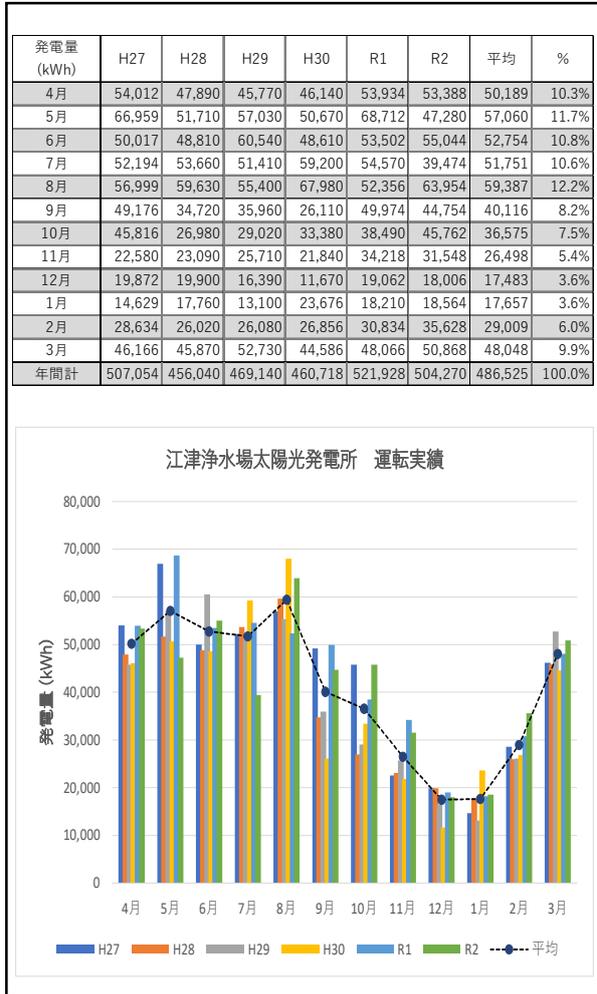


表1 (H27～R2) 発電量

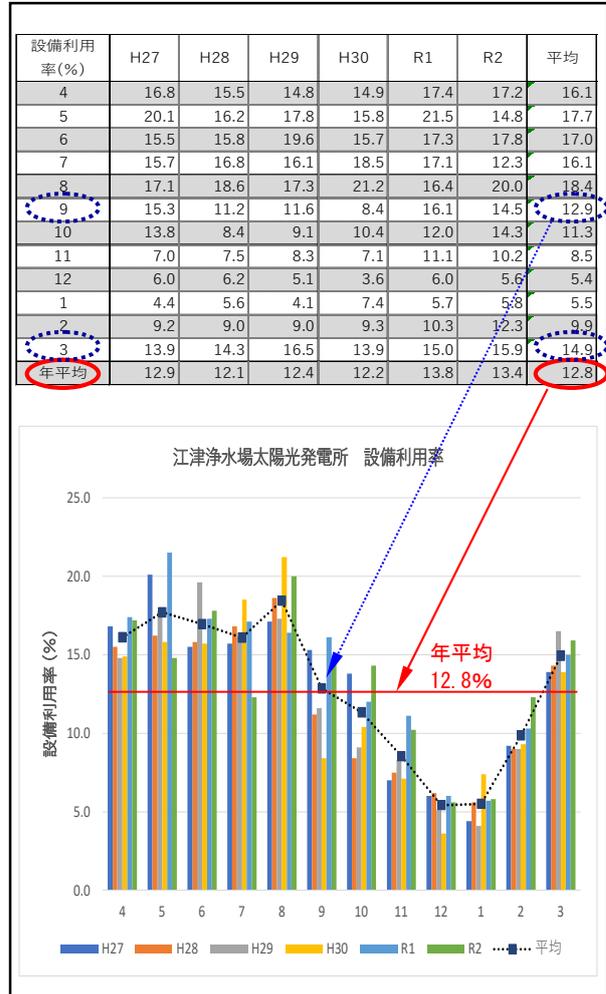


表2 (H27～R2) 設備利用率

「設備利用率」とは、対象とする発電設備の実際の発電量が、仮に 100%運転を続けた場合に得られる電力量の何%にあたるかを表す数値である。

例えば、一日中 50%の出力で運転し続けた場合の設備利用率は 50%であるが、太陽光発電の様には半日 100%の出力で運転し残りの半日を 0%の出力で運転した場合は設備利用率も 50%となる。太陽光発電は夜間発電しないので 50%を切る。

再生可能エネルギー発電における年間の設備利用率は、下記の式で計算されている。

$$\text{年間設備利用率 (\%)} = \text{年間発電量} \div (\text{発電設備の容量} \times 365 \text{ 日} \times 24 \text{ 時間}) \times 100$$

日本においては、経済産業省や NEDO などから、設備利用率の指標がしめされており、現在、太陽光発電で 13%、風力発電は陸上で 20%、洋上で 30%とされている。江津浄水場太陽光発電所の年間設備利用率は年平均 12.8%であり、概ね指標の数値程度となっている。

江津浄水場太陽光発電所の発電量と設備利用率の実績を月別にみると、H27～R2 の期間では、発電量・設備利用率共に8月が最も高く、12月～1月が最も低くなっている。

冬季には日本海側からの湿った空気を含む季節風により日本海側（山陰地方）は降雪が多く晴れた日が少ないが、中国山地を超える際に降雨や降雪により空気中の水分は減り、瀬戸内海側や太平洋側では空気は乾燥し晴れた日が多くなる。

夏季は太平洋側からの南東の季節風によりその逆の現象が生じ、太平洋側よりも日本海側（山陰地方）は晴れる日が多くなる。

夏季においては晴天率が高く太陽光発電には最も条件が良い地域であり、正に「南日本海地方」の名にふさわしい地域である。

山陰地方の「陰」は、元々中国語で「山の北側」（あるいは「川の南側」）を意味する漢字である（淮陰、江陰など）。しかし「陰気」「日陰」などに通ずる漢字でもあり、また山陰地方の気候も加えて「『山陰』のネーミングは暗い」として、今までに様々な呼称が提案されてきたが、いずれも定着していない。「南日本海地方」もその中の一つである。

（参考：フリー百科事典『ウィキペディア（Wikipedia）』）

年間を通じてみると、設備利用率は3月～8月が高くなる傾向にある。9月よりも3月の設備利用率が高く意外な感覚を受けた。一方、冬季の12月～1月は設備利用率は僅かに5.4%しかなく、8月の約30%、年平均値の約40%にしかない。逆を言えば、8月は12月～1月の3倍、年平均値の約1.4倍以上もの数値になっている。

南日本海気候と言われる山陰地方では、日照量は8月（夏季）と12月～1月（冬季）との差が大きいと言った季節変動が激しいことから、太陽光発電方式においては変動差を補う方式が必要となる。例えば、夏季の発電量の一部で蓄電を並行して行い、冬季にはその充電した電気を利用するシステムを構築できれば、地域エネルギーを効率よく運営できると考える。このため、今後は蓄電システムについて、先進的な研究を行っている松江高等専門学校や研究機関などにも視察して行きたいと考える。

また、山陰地方では、冬季に北西の季節風が強く吹くのでその風を資源として捉え、風力発電等により活用することができるか、今後の視察で検証して行きたい。

## 5. おわりに

エネルギー多様性研究分科会では島根県特有のエネルギー事情を把握するため、これまで発電関連施設への視察を行い、地球温暖化やエネルギーの安全保障を解決する手段として期待されている再生可能エネルギーの現状と課題について考察し、今後の可能性について考えてきた。

今回の視察では、太陽光発電における島根県特有のエネルギー事情がある事が分かった。その条件からどの様な利用方法が良いかを今後検討して行きたい。その中でキーワードは「蓄電」システムであると考え。来年度以降は発電所のほかに「蓄電」等についても視察をして見識を広めて行きたい。

さいごに、多忙な業務の中で快く視察を受け入れ説明して頂いた島根県企業局西部事務所大塚様並びに関係者の方々に心からの謝辞を申し上げる。

# 新エネルギー基本計画 エネルギー転換期を日本は乗り越えられるか

エネルギー多様性研究分科会 小村 勤

## 1. はじめに

### 1.1 脱炭素 日本はなぜ逆風に向かう航海を選択したのか

本分科会の活動に参加していなければ、気にもとめないニュースであったかもしれない。

令和3年11月6日の新聞の見出し「COP26 新たに23カ国脱石炭表明 火電廃止日本合意参加せず」とあった、他の先進国に見捨てられないか、どんな影響がでるのか想像がつかなかった。

発足して4年目に入った「エネルギー多様性研究分科会」では、8月に中国電力三隅発電所の見学を計画していた。見学はコロナ禍で中止となった。が、事前に関連資料を見た限りでは、地球温暖化は大きな問題であり、パリ協定が世界の国々で締結されて以降、温暖化防止のための脱炭素化（具体策が石炭火力発電所の廃止）が世界の潮流となっている状況下で日本も同調するものと考えていた。

COP26でも揺るがないテーマであり「脱石炭」を重要視している議長国のイギリスの要請に新たに韓国・ベトナム・インドネシアなど23カ国が石炭火力の段階的な廃止に賛同し46カ国が共同声明に賛同した。しかし日本はこの共同声明に反対し、「今後も石炭を利用する方針」との考えを示し、世界の流れに逆らい未来の地球環境より自国の経済安定と発展を選択したと理解した。先進国の一員でありながら、石炭火力発電を廃止する計画がないこと、「二酸化炭素（以下「CO<sub>2</sub>」という）」削減目標値46%は達成見込み不透明な段階で発表し、各国から批判を受けている背景を当分科会の活動として調べてみることにした。

### 1.2 「我が国のエネルギー政策」は正しいのか

国際社会から厳しい批判をうけた石炭火力発電は、新興国の経済発展のため、安定供給と経済性から必要であり、同時に、脱炭素化のため高効率石炭火力発電の導入支援が海外政策の一つであるが、その対象としている東南アジアで脱石炭に賛同する国が出てきた。

国内においては、再生可能エネルギーを主力電源にすることが主要政策になっている。

10月半ばに新エネルギー基本計画が閣議決定されたが、2030年の削減目標値46%は、「くっきりとした姿が見えているわけではないけど、おぼろげながら浮かんできたんです『46』という数字が……」（小泉前環境大臣）。 （民放ニュースインタビュー）

本研究報告は、我が国のエネルギー政策・半世紀以上の時間をかけ取り組んでいる地球温暖化問題での我国の足跡について、整理をしてみることにする。

内容は、直接見聞したものではなく、政府刊行物・web上での記事などを基にしており、引用・参考にした記事の内容の真偽を確かめることまでは出来ていない。

資料は、環境省・資源エネルギー庁が作成した資料を主として用いるものとする。

以下の内容で整理をしてみたい。

- (1). 現在直面している問題
- (2). 過去のエネルギー問題 わが国の取り組みとその結果
- (3). 新エネルギー基本計画 2030年目標達成への課題

## 2. 地球温暖化とエネルギー転換の関係

### 2.1 地球規模の気候変動と温室効果ガス

#### 1) 気象変動を引き起こす地球温暖化と温室効果ガス

「CO<sub>2</sub>」を主とする温室効果ガスの排出量の増加により、気象変動が地球規模で起きている。

地球の大気には CO<sub>2</sub> などの温室効果ガスと呼ばれる気体が含まれている。これらの気体は赤外線を吸収し、地球の表面から大気圏外へ向かう赤外線を熱として蓄積し地表付近へ降りてくることで、平均気温 14℃を維持し、多様な動植物が生息可能な環境になっていた。

しかし、この 100 年余りで、温室効果ガスの濃度が上昇し地球表面の気温が上昇し始めている。濃度の上昇が地球温暖化の最大の要因になっている。温室効果ガスが増えている原因は、経済活動が拡大し、化石燃料の使用が急増したことにあると考えられている。

#### 2) 異常気象

気温は確実に上昇しており、世界平均気温変化は徐々に上昇し、平均海面水位は最大 0.82m の上昇が予測されている。

現在でも、北欧、アフリカの氷河の消滅、北極海の氷の消滅が進行中であり。シベリアの永久凍土も融解し始めている。

大雨、台風の大規模化、山林の自然発火による火事など、温暖化が直接の原因ではないかもしれないが、発生数・規模の大規模化が顕著になってきた。

#### 3) 温室効果ガス排出量の概要

世界規模で温室効果ガスの削減に向けすでに取り組んでいる、日本では、2014 年度以降減少傾向にある。(図 2.1)

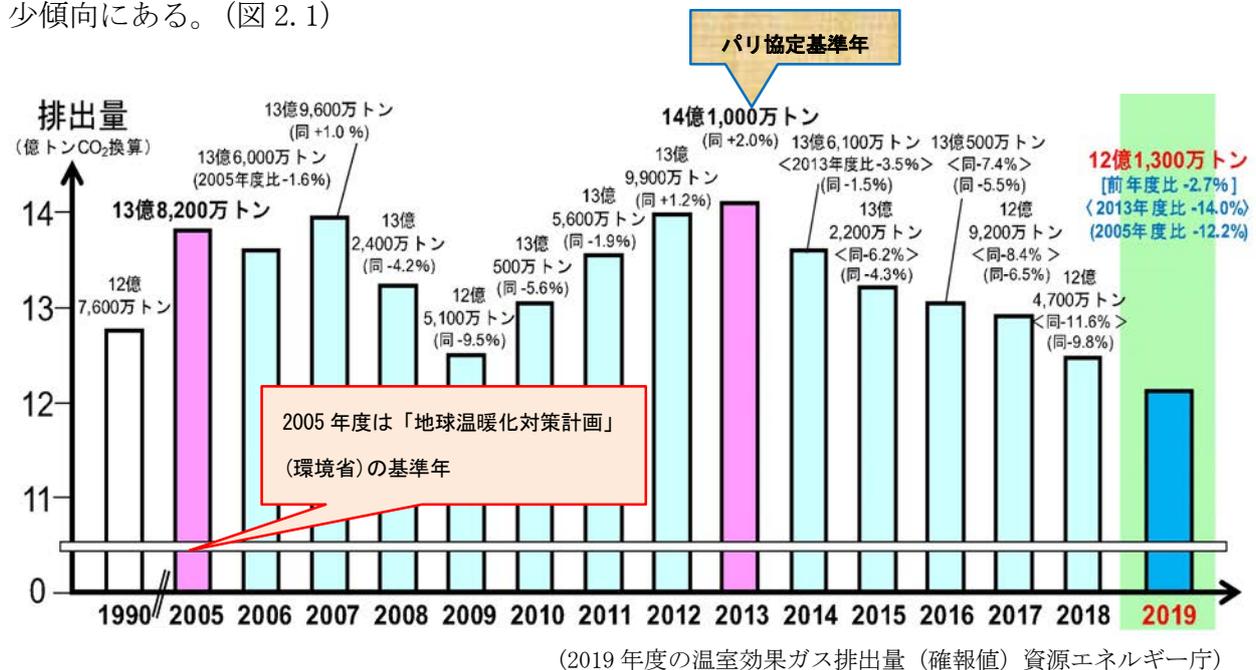


図 2.1 年度別温室効果ガス排出量

世界を見ると、中国 (28%)、アメリカ (15%)、インド (6.4%) と 3 カ国で、世界の排出量の半分を占めている状況であり (図 2.2 円グラフ)、この 3 カ国に加え先進国が温室効果ガスの削減に向け、省エネルギー、燃焼時 CO<sub>2</sub> を大量に排出する石炭をはじめとする化石燃料からクリーンなエネルギーへの転換が必要になってくる。

我が国は 2011 年 3 月の東日本大震災によって、原子力発電所が停止し発電量の 25%の電源を喪失しその代替エネルギーを化石燃料の燃焼力に求めた。最も依存度が高くなったのが 2013 年度であった。しかし、その後 2013 年は 1%だった原子力発電が 2019 年には 6%まで回復。再生可能エネルギーも 2103 年の 11%から 2019 年には 18%に発電比率が高くなってきた。その結果、温室効果ガスの排出が抑制されたものと考えられる。

温室効果ガスの発生を抑える運動「脱炭素化」に、多くの国が参加し 2015 年の「第 21 回国連気候変動枠組条約締結会議（通称 COP21）」で合意されたパリ協定「世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて 2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求する」を世界共通の目標として現在に至っている。

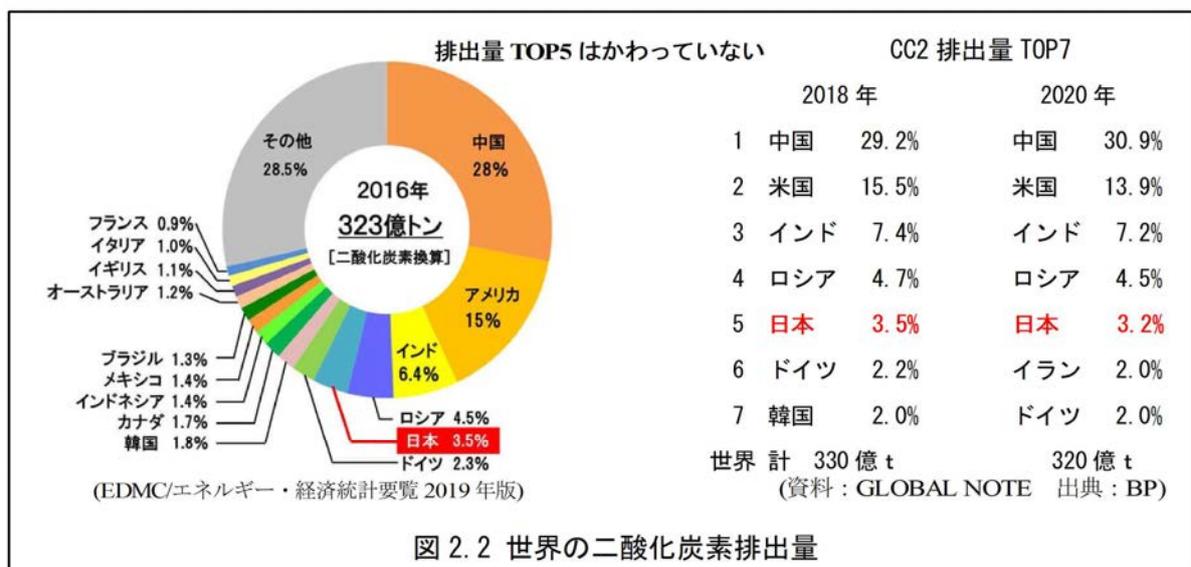
この脱炭素化の経緯を見ると、1992 年のリオサミットから始まっている。この会議において気候変動問題解決に向けて「国連気候変動枠組条約」を採択し、参加国は地球温暖化対策に取り組んでいくことに合意している。

この時条約によって「国連気候変動枠組条約締結会議（通称 COP）」が毎年開催され、よく知られている、

1997 年の COP3 京都で開催 京都議定書 先進国のみ 36 か国

2015 年の COP21 パリで開催 パリ協定 批准国 187 か国（2019.12 時点）

へ繋がり、パリ協定は国際的な枠組みとなり、脱炭素化が一気に進み始めた。



## 2.2 地球温暖化を抑える脱炭素化

産業革命後、人間がエネルギーの便利さに気づき、化石燃料（石油・天然ガス・石炭）を大量に使うようになった。比例するように CO<sub>2</sub> の排出量が増え。表 2.1 は、図 2.3 の中で折線グラフにして示してある CO<sub>2</sub> 濃度 (ppm) の傾きが大きくなり増加傾向が生じ始める 1900 年と 2014 年のグラフの変化量を数値データで示した。

表 2.1 CO<sub>2</sub> 100 年間の変化量

比較年	CO <sub>2</sub> (大気中濃度)		CO <sub>2</sub> 排出量	
	1900 年	296.7 ppm	34%上昇	19 億 5,800 万 t
2014 年	397.7 ppm	101ppm 上昇	361 億 3,900 万 t	

(一般財団法人 日本原子力文化財団 WEB 公開資料による)

比較すると大気中のCO<sub>2</sub>の濃度は34%増加し、排出量は18倍になっている。CO<sub>2</sub>の増加が著しいのは、第二次世界大戦後の大量生産が始まった時期になる。(日本では高度経済成長期に当たる。)

一方で、CO<sub>2</sub>を吸収してきた森林が人間の手により開発され減少し、排出量に対し吸収能力が小さくなったことで地球の大気バランスが崩れはじめ気温が上昇している。

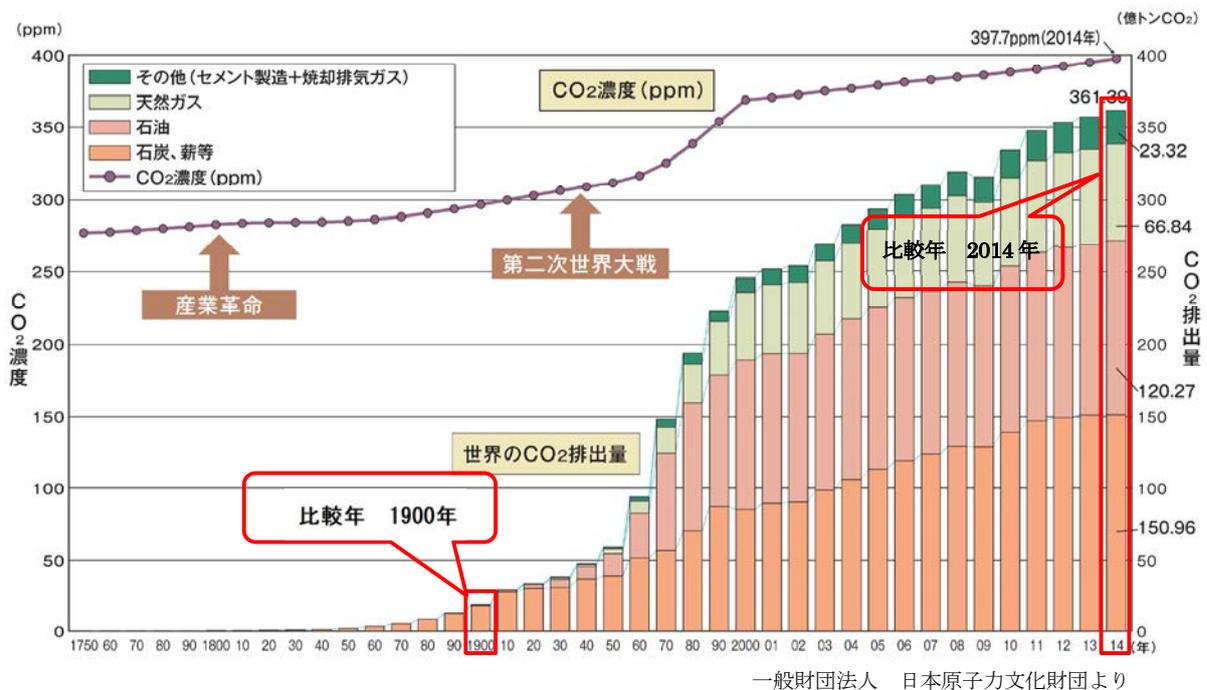


図 2.3 化石燃料等からのCO<sub>2</sub>排出量と大気中のCO<sub>2</sub>濃度の変化

「国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」第5次報告書(2013~2014)で、最悪のケースとして無策で温室効果ガスを排出し続けた場合、2100年までに世界平均気温が現在より4.8℃上昇すると報告がなされている。

化石燃料に依存した産業は、早急に地球環境に負荷を与えないエネルギーへ転換をはかることが世界の共通認識になっている。特に、影響が大きい石炭の使用停止・転換を行うことが現在の課題になっており、EUおよびイギリスは脱石炭(火力発電)の方針を既に示している。

**地球温暖化を抑えるため、二酸化炭素の排出量が多い石炭火力廃止し  
クリーンな再生可能エネルギーへ転換しなければならない。**

### 2.3 地球温暖化対策における我が国の行動

地球温暖化がグローバルな問題として認知されたのが、意外と新しく1985年オーストリアのフィラハで開催された地球温暖化に関する初めての世界会議でCO<sub>2</sub>による温暖化が問題として取り上げられたのが始まりとなり、この後、前述したリオサミット、そして今の流れにつながっている。

その流れの中、温暖化対策に我が国はどの程度本気で取り組んでいるのか疑問を感じている。

## 1) 我が国が取った行動に対する疑問

各合意時に日本が取り組んだ目標で主なものは、以下の表のとおりである。

表 2.2 日本の地球温暖化防止削減目標と基準年

番号	取り決め根拠	対象時期 (年度)	基準年度	疑問点
1	京都議定書 (1997)	2008～2012	1990 年度	6% 国内で目立った行動なし
1	パリ協定 (2015)	2016～2050	2013 年度	26% (2030 年) 海外の批判を受け変更
2・3	その他 各年のCOP			石炭火力は継続、

エネルギー問題を議題とする国際会議でいくつか疑問に思った行動があった。

具体的数値目標が決められた会議ではなかったが、今回の COP26 が最新の会議になるので疑問点を上げてみる。

## 我が国の行動に対する疑問

### その 1

京都議定書のときの基準年 1990 年度をパリ協定では 2013 年に変更している。

同じ削減量でも、削減数値が高くなり「見せかけ」がよくなるからか意図は不明。

日本の発表した削減目標値は 26%としていたが、EUなどが採用している「1990 年比」で計算し直すと削減目標は 18%になる。

(オルタナ サステナブル・ビジネスマガジン記事参照 [alterna.co.jp/36630/](http://alterna.co.jp/36630/))

他国の中間目標値 イギリス：57%、フランス：40%、ドイツ：55%が目標値である。

ヨーロッパ諸国の削減目標値と比べてみると、明らかに削減目標は低い値になっている。なぜこのような操作をするのか不明。海外からも非難を浴びる (COP25)

### その 2

「脱石炭」が右表の会議で常に議題に上がった、日本は石炭火力発電の廃止を受け入れず、国内では石炭火力発電所を 15 カ所建設中または計画中であった、考え方は理解できるが、それが正しいのか各分野の方針、技術力、資金面など多様な条件が輻輳し判断は出来ない。

圧力がかった会議

2015 年パリ協定
2019 年 COP25
2021 年 G7
2021 年 COP26

### その 3 (COP26 での評価)

脱石炭に関して「後進国」と評価される。

理由 1: 脱石炭にコミットしないことを明確にした岸田首相の演説 (評価する声もある)

理由 2: 重要な取り決めを見送った日本政府の態度

(会議に参加した以上意思表示すべき 傍観者はやがて発言権を失う)

## 不自然に消された「石炭」の文字

会期後に発表があった外務省「COP26 報告書」、環境省「COP26 結果概要」、に会議中政府が見送った取り決めについて一切触れていない。

今回意図的に「石炭」、「天然ガス」という単語を回避している。この会議に限ったことではないと思うが、国民への背信行為に他ならない。

そのほかの会議での言動・評価について調べてみた結果を次に示す。

## 2) 我が国の国際会議での対応

各協定・会議等における我が国の対応と、結果について一覧表にまとめた。

表 2.3 我が国の国際会議等での対応一覧表

番号	会議名・協定名	日本の対応・第3者評価など
1	京都議定書 (1997年) クレジットで排出権を 買うことで達成	基準年 1990年として、2008～2012年に6%削減を目標とする。 二酸化炭素排出量 基準年 1990年 1,164百万t 対象年 2008～2012年平均 1,239百万t (全国地球温暖化防止活動推進センター資料) 国内排出量は増加しているが、6%削減目標達成。
2	パリ協定 (2015年)	・地球の気温上昇を産業革命以前(19世紀半ば)と比較して、2℃以下にする。さらに1.5℃未満への努力をする。 ・温暖化ガス排出削減を促進する。日本は2030年度の削減目標「2013年比で26%減」を表明、削減目標が低いと批判を受ける。
3	COP 25(2019年) スペインマドリード 化石賞受賞 (気象に取り組むNGO ネットワークが温暖化対策に消極的な国に与える不名誉な賞)	・パリ協定での目標設定が不十分である上、発展途上国へ石炭火力発電所の輸出を公的に支援していることに対し、温暖化対策が不十分と世界から厳しい目が向けられるが、日本はこの呼びかけに対し「NO」と返答。 この時、国内では新たに15基の石炭火力発電所が建設中あるいは計画中であった。
4	首相所信表明演説 (2020年10月)	・菅総理大臣(当時)は2050年までにカーボンニュートラルを目指すことを宣言。
5	地球温暖化対策 推進本部 気候変動サミット (オンライン会議)	・菅首相から、パリ協定での2030年度における削減目標26%(2013年比)を46%( $\uparrow$ )に目標引き上げ、さらに50%に挑戦と表明。 目標値の変更は、外圧を受け取り組んでいる雰囲気があり、目標数値は政治決断で決まってしまう裏付けのない数値との見方が多い。
6	G7サミット イギリス(2021年6月)	・気候変動の最大の要因は石炭火力であると明記された。 ・石炭火力への国際的な公的支援は、2021年中に終了に合意した。 ・「上記合意に抵抗しG7の中で足を引っ張り、先進国としての責任を果たしていない。」→日本に対する評価
7	COP 26	・石炭の段階的廃止⇒段階的減少に修正 反対 ・途上国への支援先進国から資金拠出は結論先送り。 ・カーボンオフセット市場の法制化、クレジット制度改善の合意。 二国間クレジット制度自国利益優先しているように思える。 「日本の存在感薄い」と新聞酷評

## 3) 日本の言動・対応に思うところ

日本は交渉が多国間と新興国との二国間の時では、違う顔を持って臨んでいるのが見えてきた。多国間の時は、みせかけの温暖化対策。二国間の時は先進国として、資金援助をし、高度な技術・製品・システムなど対策事業を国内企業が実施し、実現したCO<sub>2</sub>の削減分から貢献した評価された削減分を日本の削減目標に加算する鳩山イニシアティブを具体化した「二国間クレジット制度」(賛否両論ある)があるため、国内では温暖化対策には努力せず、動かず、海外で新興国を利用している感がぬぐえない。

G7などの多国間会議で何度も温暖化対策に消極的だと批判を受けているが、日本の状況を理解してもらうための活動をどう展開しているのか、次の会議から注目したい。

### 3. 新エネルギー基本計画と2030年中間目標

#### 3.1 新計画はどう変わったか

##### 1) 2030年の目標数値の変更点

表3.1に第5次エネルギー基本計画(旧)と新しくなった第6次エネルギー基本計画(新)の計画値を示す。

- (1) 温室効果ガス削減割合が26%から46%へ、2050年は80%から100%になった。
- (2) 発電電力量が10,650億kWhから9,300~9,400億kWhに見直された。
- (3) 発電部門以外でもCO<sub>2</sub>削減目標が引き上げられた。

表3.1および表3.2で示された目標数値は技術面、社会情勢、政策の効果など全てに問題がないことが前提になっている。

表3.1 2030年エネルギー需給見通し変更前後計画値

項目		2019年	2030年(旧)	2030年(新)
省エネ		1,655万kL	5,030万kL	6,200万kL
電源構成	再生エネ：太陽光	6.7%	7.0%	14~16%
	〃：風力	0.8%	1.7%	5%
発電電力量： 旧計画 10,650億kWh	〃：地熱	0.3%	1.0~1.1%	1%
	〃：水力	7.8%	8.8~9.2%	11%
新計画 9,300~ 9,400億kWh	〃：バイオマス	2.6%	3.7~4.6%	5%
	再生エネ 計	18%	22~24%	36~38%
	水素・アンモニア	0%	0%	1%
	原子力	6%	20~22%	20~22%
	L N G	37%	27%	20%
	石 炭	32%	26%	19%
	石 油 等	7%	3%	2%
温室効果ガス削減割合		14%	26%	46%

削減は、発電だけではなく他の部門でも実施する必要があるとあり、2015年策定時のエネルギーミックスで積上げた省エネ対策を土台とし各部門において、技術的にも可能で現実的な省エネ対策として考えられる得る限りのものを積上げ、最終エネルギー消費で6,200万kLの削減を実施する。余裕のない限度いっぱいの目標設定であり、厳しい計画に思える。

表3.2 部門別温室効果ガス削減目標

【万kL】	①2019年度 (実績)	②2030年度 目標 (H27策定時)	③2030年度 (今回)	増加分 (③-②)
産業部門	322	1,042	1,350程度	300程度
業務部門	414	1,227	1,350程度	150程度
家庭部門	357	1,160	1,200程度	50程度
運輸部門	562	1,607	2,300程度	700程度
<b>合計</b>	<b>1,655</b>	<b>5,036</b>	<b>6,200程度</b>	<b>1,200程度</b>

2030年度におけるエネルギー需給の見通し(関連資料) 令和3年7月資源エネルギー庁

## 2) 本計画を実行する上での課題

### (1) 目標達成のため省エネが重要となる

図 3.1 は 2019 年度と 2030 年度の電源構成をグラフ化したもので、8 年間の間に発電電力量 940 億 kWh 削減しなければならない。発電にスポットを当てているが、発電所から排出される CO<sub>2</sub> は国内全体の 39%（電気・熱分配前）でしかない。（根拠は「エネルギー基本計画（素案）の概要」R.03.07 資源エネルギー庁）削減は表 3.2 にある省エネで削減はすることが前提になる。GDP は 2020 年から平均 1.7% 成長での計画であり、部門での省エネが重要になってくる。経済規模縮小による稼働率の低下による削減ではない。計画目標値は 8 年間で達成するため、希望的観測値に近く実現性には疑問を抱く。

CO<sub>2</sub> を 46% 削減するための数字は以下のようなになる。

	2019 年	2030 年
発電量	10,240 億 kWh	9,300 億 kWh
非化石	2,460 億 kWh (24%)	5,490 億 kWh (59%)
化石	7,780 億 kWh (76%)	3,810 億 kWh (41%)
省エネ	1,655 万 kl	6,200 万 kl

(省エネは単位が違うエネルギーを集計するため、原油換算して単位を合わせるの kl になる。)

表 3.3 2030 年度 発電電力量・電源構成

【億kWh】	発電電力量	電源構成
石油等	約200程度	約2%程度
石炭	約1,800程度	約19%程度
LNG	約1,900程度	約20%程度
原子力	約1,900~2,000程度	約20~22%程度
再エネ	約3,300~3,500程度	約36~38%程度
水素・アンモニア	約90程度	約1%程度
合計	約9,300~9,400程度	100%

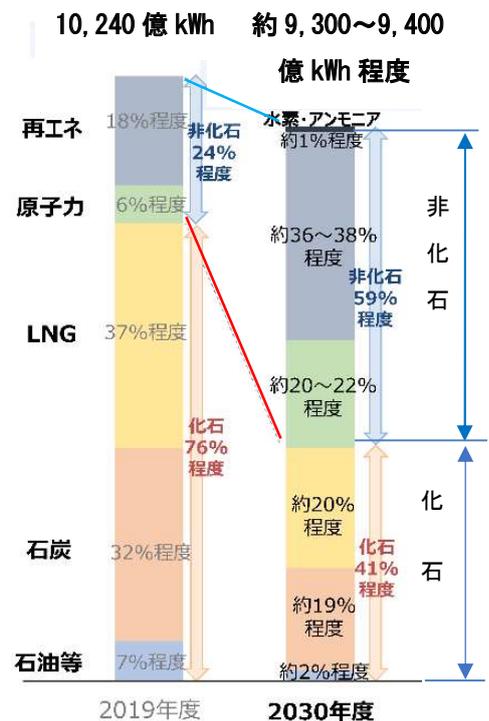


図 3.1 電源構成

図・表は「エネルギー基本計画（素案の概要）」（令和 3 年 7 月）資源エネルギー庁より引用。

### (2) 電源構成での課題

- ・主力電源（太陽光発電 15%・風力発電 5%）⇒主力電源としては脆弱であり危惧する。

再生エネルギーが主力電源に位置付けられている。

再生エネルギーで 36~38% となり、その中では太陽光発電が大きな比率を占める。

主力電源＝ベースロード電源ではないが、「S+3E」の「一定量の電力を安定的に低コストで供給する」条件から選択すると主力電源には不適切と考える。

太陽光発電・風力発電は天候に左右され、一定の電力の確保、常に消費電力と発電電力は一致させる調整能力がないため、瞬間的な電力不足に対応させるためバックアップ電源が必要になる。細かく出力を制御できる発電方法は、現状では火力と揚水発電になる。バックアップがない場合、発電量と使用量のバランスがとれなくなり周波数や電圧が不安定となり、電気の品質が低下し停電が多発する。

- ・発電比率の高い電源（原子力発電 20～22%、天然ガス（LNG）20%、石炭火力 19%）
- ・原子力発電 ⇒ 2030年の計画発電電力量を確保できない可能性が大きい。

次善案がない計画を進めようとしている象徴が原子力発電だと思ふ。既存の原子炉すべて稼働可能か 技術面では設計基準も厳しくなり、東日本クラスの地震では破損はしないだろうが、立地および 30 km圏内の自治体、住民の再稼働への承諾が高いハードルになっているように思ふ。

また、2030年には1,950億 kWh 必要とされている。

右図 3.4 の通り計画時点で目標発電量に届かない。

- ・火力発電（天然ガス・石炭火力）⇒ 99%海外依存、供給・コスト面にリスクを抱える。
- 石炭火力は段階的に減少させ、2050年には廃止すること世界的潮流であり、日本も具体的な廃止計画が出来るものと思ふ。現時点でも火力発電への依存度は76%あり、天然ガス99.7%、石炭99.6%を輸入している。地球温暖化の原因であり「脱炭素」を目的とした計画ではあるが、現時点では火力発電に変わるエネルギー源が日本にはない。

2030年時点で1,800億 kWh 発電電力量が計上されているが、効率の悪い発電所を廃し高効率発電所だけの発電電力量は約1,300億 kWh であり500億 kWh の不足分は新設の同型発電所の考えも理解できる。

### 3.2 発電方式の課題

1) 太陽光発電（風力発電含む）：主力電源となっていく再生可能エネルギーの中で、2012年「固定価格買取制度（FIT）」に乗り、急速に導入が拡大した。表 3.5 にその普及スピードがいかにか早いものかわかがい知れる。また、表 3.6 にあるよう発電コストは他の発電方式と比べても安価になっている。

本方式は、出力が不安定で、天候に左右され夜間の発電は不可能である。そのため、地域間で発電量に差が生じ設備利用率の国内トップは16%、低い地域で10%特に日本海側での設備利用率低い本県江津浄水場では季節変動もあり冬期10%～夏期20%と開きがある。年間平均は14%になっている。

また、エネルギー密度が低く他の発電方式と同じ電力を得るためには広大な面積が必要になる。

主力電源として導入する太陽光、風力発電の必要面積を2008年に算定した結果が表 3.7 の( )内の数字である。仮に出力100万 kW の原子力発電所1基分を再生可能エネルギーで代替しようとした場合太陽光発電で約100倍、風力発電で360倍の面積が必要であった。2020年の設備稼働率は太陽光発電で12%から17.2%へ、風力発電は20%から25.6%に向上しているが、(経済産業省データ) 必要面積は太陽光発電で67倍(40km<sup>2</sup>)、風力発電で278倍(167km<sup>2</sup>)になる。

表 3.4 既存原子炉

原子力発電電力量 (億kWh)		
原子炉の状態	基数	発電電力量
再稼働	10	610
設置変更許可+理解表明	3	150
設置変更許可	3	230
審査中	11	700
未申請	9	
廃炉	24	
計		1690

表 3.5 太陽光発電設備容量の推移

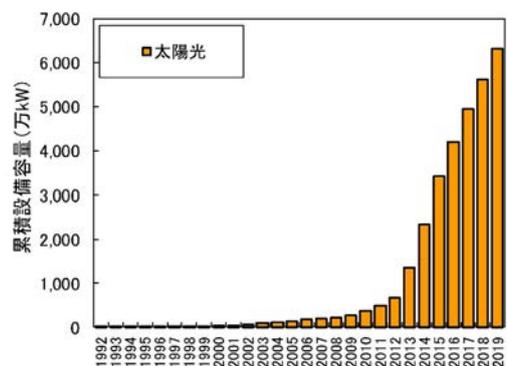


表 3.6 2030年発電コスト表

	15年の試算	新たな試算
原子力	10.3円～	11.7円～
太陽光（事業用）	12.7円～15.6円	8.2円～11.8円
太陽光（住宅用）	12.5円～16.4円	8.7円～14.9円
陸上風力	13.6円～21.5円	9.9円～17.2円
洋上風力	30.3円～34.7円	26.1円
石炭火力	12.9円	13.6円～22.4円
LNG火力	13.4円	10.7円～14.3円

\*1kWh当たりの発電コスト 政策経費を含めた値  
(経済産業省 令和3年8月公表)

日本最大のメガソーラーは出力 25.7 万 kW、パネル設置面積 2.36km<sup>2</sup>、用地全体 4.1km<sup>2</sup>の規模を持ち、岡山県美作市の山地を開発して建設されている。2.36km<sup>2</sup>の山林が消滅したことになる。(ちなみに宍道湖の湖面積は 79km<sup>2</sup>である)

「太陽光発電施設による土地改変」(2021 年 3 月国立環境研究所)の調査結果では、主に 229km<sup>2</sup>の森林、農地が

既に潰され生態系の消失、自然破壊、改変地の災害など新たな環境破壊も進行している。

太陽光・風力発電は日本国内にこれほどまとまった用地が存在するとは考えられず、小規模分散で施設を建設していかなければならない。

2030 年までに現在の 690 億 kWh から約 1,400 億 kWh にまで発電電力量を増やすことになる。発電施設用地の確保が困難になっていくものと思っている。

**2) 原子力発電**：本来は、ベースロード電源として最も安定した発電方式であり、エネルギー自給率が低い日本にとっては貴重な電源であるはずだったが、福島第一原発事故の深刻さを見ているため、再稼働の見通しが立たない状況が続いている。

再稼働を進めるため各種基準も改正され安全性が高まった。いかにして自治体、地域住民に理解してもらえるのか、時間はないが丁寧な説明が必要である。

原子力発電継続のために、

- ①使用済み核燃料→再処理工場→MOX 燃料の燃料サイクル (プルサーマル計画)
- ②高レベル放射性廃棄物の地層処分施設の建設

海外依存から脱却し国内処理できるようにしていかなければならない。

原子力発電が稼働しなければ、産業用電力が賄えず、生産力の低下により日本は貧困国になる危機意識を抱いた。

**3) 火力発電 (石炭・天然ガス・石油)**：地球環境のため、廃止をめざし 2015 年のパリでの COP21 で世界中が取り組み始めたはずが、現在の日本のエネルギー事情から判断すると、廃止すれば、産業用のエネルギーが不足し、日本の産業衰退を招く。

燃料の 99%を輸入に頼っているため、価格・供給量は国際情勢によって変動し技術的な問題ではない要因に左右される不安定さが常にある。

化石燃料の埋蔵量も無限ではない、使用制限に関する国際的枠組みが必要と思う。

#### 4. 途半ばそしてこれから

温室効果ガスから、脱炭素の取り組み、地球環境にやさしい発電方式について資源エネルギー庁の資料を中心に検討してみた結果、我が国は資源がなく狭隘な国土でありエネルギーを作るための発電方式の選択枝が非常に少ないことに驚きを覚えた。

主に太陽光・風力を主力電源にするため、先に挙げた課題以外にも「系統整備」、太陽光関連企業の倒産件数の多さ、将来性を見定め、施設適地の有無など調べてみる必要がある。

島根には脱炭素とは真逆の石炭火力発電所があり、再稼働問題の原子力発電所がある、「百聞は一見に如かず」今後調べてみたい対象である。分科会として対応できればと思う、そのときは、先入観を持たず中立な立場に立ち、知識を深め多様な意見聞き客観的な報告が次年度以降できるように日々研鑽を積んでいく思いを強くした。

表3.7 100万kWの発電所に必要な面積

原子力発電所	0.6 (0.6) km <sup>2</sup>	設 備 稼働率	60% (60%)
太陽光発電所	40 (58) km <sup>2</sup>		17.2% (12%)
風力発電所	167 (214) km <sup>2</sup>		25.6% (20%)

( )内は第1回低炭素電力供給システム研究会 2008

島根県技術士会

令和3年度研究報告

# 個人研究



# みどりの戦略と有機農業 100 万 ha の目標について

個人研究 農業分野 吾郷秀雄

## 1. はじめに

近年、農業を取り巻く環境が大規模自然災害・地球温暖化、生産者の減少等の生産基盤の脆弱化・地域コミュニティの衰退などの課題に直面している。これに対応するため農水省は、農業の生産力向上と持続可能性の両方を実現する目的で 2021 年 5 月、「みどりの食料システム戦略」\*1)（以下「みどりの戦略」という）を策定した。

みどりの戦略では 2050 年までの 30 年後を目標に、①農林水産業の CO2 ゼロエミッション化の実現、②化学農薬の使用量をリスク換算で 50%低減、③化学肥料の使用量を 30%低減、④全国の耕地面積に占める有機農業の取組面積を 25%（100 万 ha）に拡大などを目指すこととしている。

この中の有機農業については、有機農業に携わる人々の強い要望を背景に、2006 年に有機農業の推進に関する法律（以下、「有機農業推進法」という）が制定されたが、2017 年時点の取組は全耕地面積のわずか 23,500ha（約 0.5%）に留まっている実態である。

筆者には、有機農業に対する政策の方向性は正しいが、目標年次が「30 年後」と長すぎることも、また現在も農協販売所などで除草剤や化学農薬・化学肥料が積極的に販売されている現状を見ると、農水省の本気度が伝わらず現状の課題を先送りしているようにも見える。

この問題意識を踏まえ、本稿では世界的な有機農業の動きや国内の先進事例、島根県内の活動等から、有機農業の目標面積 100 万 ha 達成に向けての課題等について考察する。

## 2. みどりの戦略策定の背景と有機農業面積 100 万 ha について

今回決定されたみどりの戦略の背景には前述の気候変動対応や SDG s（国連・持続可能な開発目標）などの国際的潮流の急速な拡大に加え、欧州連合（EU）が 2020 年に発表した、2030 年までに①有機農業を全農地の 25%まで拡大（2017 年時点で 7%）、②化学肥料使用量を 50%減らす「農場から食卓まで（Farm to fork）戦略」や、米国の「農業イノベーションアジェンダ」（2020 年公表）の動きが大きく影響している。

みどりの戦略の中の有機農業拡大計画では、次表のとおり、2030 年までに有機農業の基本的な方針を作り（目標面積 63,000ha・約 1.3%）、2040 年までに次世代有機農業技術を確立（目標面積約 30 万 ha・約 6.4%）して、残りの 10 年間に急速に増加（40 万 ha 増）させて合計 70 万 ha とする計画になっている。\*1)

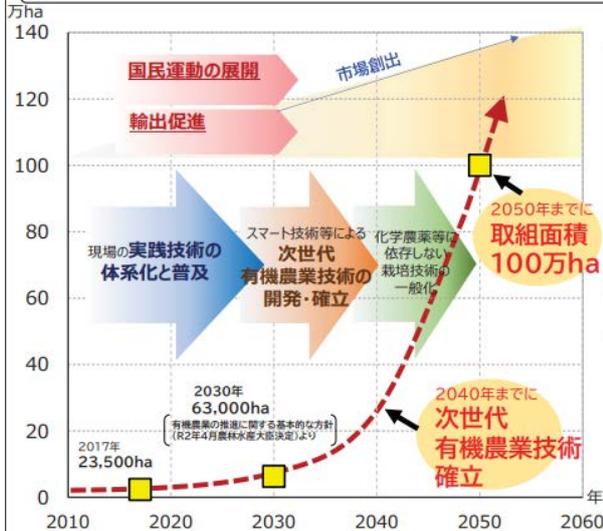
同じ有機農業面積 25%目標を掲げる欧州と比較すると、欧州は目標達成年が 2030 年であるのに対してみどりの戦略は 2050 年と、20 年間の大きな隔たりがあり日本は大きく出遅れていると指摘できる。

なお日本では有機 JAS 認証を取得していないと「有機栽培」と表示販売できないため、ここでは特に注釈がない場合は、有機 JAS 認証を取得していない面積も含めて有機農業面積と表す。

## 有機農業の取組の拡大

### 目標

- ・2050年までに、オーガニック市場を拡大しつつ、耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を**25% (100万ha) に拡大** (※国際的に行われている有機農業)
- ・2040年までに、主要な品目について農業者の多くが取り組むことができる**次世代有機農業技術を確立**



### 目標達成に向けた技術開発

#### 実践技術の体系化・省力技術等の開発 (～2030年)

- ・堆肥のペレット化、除草ロボット等による耕種的防除の省力化
- ・地力維持・土着天敵等を考慮した輪作体系
- ・省力的かつ環境負荷の低い家畜の飼養管理 等

→ 有機農業に取り組む農業者の底上げ・裾野の拡大

#### 次世代有機農業技術の確立 (～2040年)

- ・AIによる病害虫発生予測や、光・音等の物理的手法、天敵等の生物学的手法
- ・土壌微生物機能の解明と活用技術
- ・病害虫抵抗性を強化するなど有機栽培に適した品種 等

→ 農業者の多くが取り組むことができる技術体系確立

### 目標達成に向けた環境・体制整備

#### 農業者の多くが有機農業に取り組みやすい環境整備

- ・現場の優良な実践技術の実証等により、有機農業への転換を促進  
【持続可能な生産技術への転換を促す仕組みや支援を検討】
- ・有機農業にまともな取組む産地づくり、共同物流等による流通コストの低減
- ・輸入の多い有機大豆等の国産への切替えや、有機加工品等の新たな需要の開拓、輸出を念頭に茶などの有機栽培への転換
- ・消費者や地域住民が有機農業を理解し支える環境づくり

## 3. 世界の有機農業の現状と日本の立ち位置\*1)

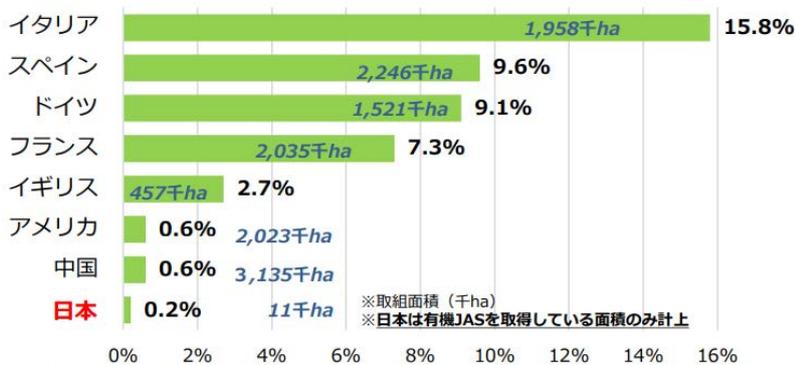
### (1) 世界の有機農業の現状

世界の有機農業の取組面積は1999年から2018年の20年間に約6.5倍に拡大し、2018年には面積が71.5百万ha、全耕地面積に対する有機農業取組面積割合は約1.5%となっている。田畑や樹園地では安定的に面積が拡大し、近年、特に永年草地の拡大が大きい。

地域別割合をみると次表のように、有機農業の取組面積割合は欧州諸国で高い一方、アメリカや中国は低く1%に満たない。

日本の有機JAS取得面積は11,000haで、比率は0.2%（非認証も含めると0.5%）と前述の国々より更に低い水準に留まっている。

### 耕地面積に対する有機農業取組面積と面積割合 (2018年)



※FIBL&IFOAM The World of Organic Agriculture statistics & Emerging trends 2020をもとに、農業環境対策課作成

### (2) フランスと韓国での有機農業の取組状況

○フランスの取組状況\*2)

フランスでは 2014 年に農業未来法(新農業基本法)を制定し、既存の近代的農業推進路線から経営規模拡大の抑制やアグロエコロジー(有機農業)推進に大きく方向転換した。さらに 2018 年には学校給食等の公共調達における有機食材や地元産の調達率引き上げを義務化する農業食品法(Egalim 法)を制定し、2022 年 1 月までに公共調達額の 50%を有機農産物に、高品質のラベル認証有機農産物・食品の認証も全体の 20%以上に義務化した。これによりフランスでは、有機食材の消費が急増している。

#### ○韓国での取組の現状

日本の有機栽培面積が約 0.5%であるのに対して、隣国の韓国の有機栽培比率は約 5%と日本の約 10 倍となっており、ここ 10 年間で倍増している\*3)。

また山田正彦元衆議院議員が 2019 年に実施した、韓国の有機農業実態調査報告書には、次のように記述してある。

韓国は、農薬も化学肥料も使わない有機農業が非常に盛んである。遺伝子組み換えの試験栽培は取り止め、除草剤のラウンドアップ使用も禁止し、ネオニコチノイド系農薬も屋外での使用を禁止している。

韓国での有機食材の特徴は、ほとんどの小中高校の学校給食が無償かつ有機食材であることである。さらに保育園でも、有機食材による給食を始める計画がある。

学校給食は、有機食材の価格が慣行食材に比べ 25 から 30%高値になるが、その増額分を各市町村が条例で負担している。

韓国の農業統計によると、有機食材の出荷先の 4 割が学校給食、4 割が地域農協であるが、農協によると、農協出荷のうち半分は農協を通じて学校給食に提供しているという。ちなみに日本では、有機食材の販売先の統計すらない。

韓国で有機食材が学校給食で広く使われるようになった背景には、2つの動きがある。1つ目は、学校側と学校周辺農家との連携による有機食材の供給と、2つ目は、市民運動の盛り上がりを受けた有機食材の学校給食への導入と行政負担の動きである。

## 4. 我が国の有機農業の取組実態

### (1)有機農業推進法の制定\*1)

我が国では 2006 年、有機農業推進法が制定され、その第 2 条の定義には「化学的に合成された肥料及び農薬を使用しないこと並びに遺伝子組換え技術を利用しないことを基本として、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した農業生産の方法を用いて行われる農業」とされている。

有機農業推進法の成立後、有機農業を各地域に広げようという機運が盛り上がり、政府では 2008 年度から「有機農業総合支援対策」が始まり、有機農業参入への相談や研修などの取り組みが大きく伸びたが、2年後の「事業仕分け」により事業が廃止された\*4)。

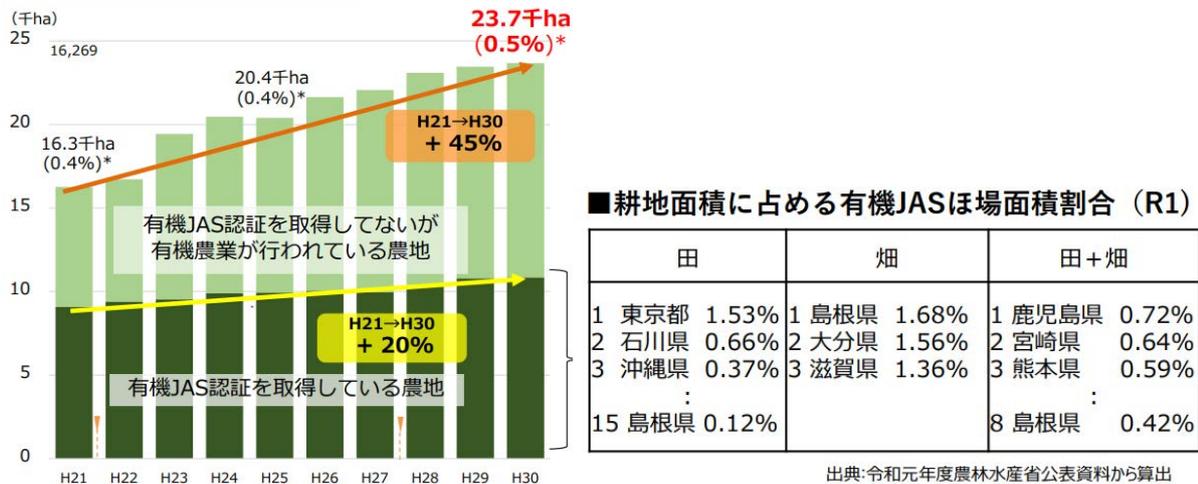
### (2)全国の有機栽培の取組\*1)

- ・ 全国の有機農業取組面積は次グラフのように、2009(平成 21)年から 2018 年(平成 30 年)までの 10 年間に 45%増加し約 24,000ha(0.5%)となった。なお有機 JAS 認

証を取得している農地は、同期間に20%増加した。

- 有機JAS取得農地の地目別の割合は、普通畑47%、田27%、茶畑13%、牧草地8%となっている。近年、茶畑の面積が拡大している。

#### 日本の有機農業の取組面積



#### ○県ごとの有機JAS認証取得農地の割合

- 2019 (令和1)年の有機JAS取得農地は、北海道が全国の約1/4を占め最大である。東北や北陸では田が多く、東京近郊は畑が、西日本は畑や茶畑が多い。
- 県別・地目別の有機JAS取得面積は上表のとおりで、島根県は畑部門で全国1位の1.68%となっている。

#### ○有機JAS認証取得農産物の格付と生産者の状況

- 農産物総生産量のうち有機JASが占める割合は、野菜は約0.4%、米や麦、果実は0.1%程度であるが、茶は6%を超えており、大豆は2018年度に0.54%となっている。
- 2010年時点での有機JAS取得生産者は約4,000戸、有機JASを取得せずに有機農業に取り組む生産者は約8,000戸と推定されている。
- 新規参入者のうち有機農業に取り組んでいる生産者は、2~3割と高い傾向である。

### (3)有機栽培生産者や消費者の意向調査結果\*1)

農水省が実施した有機農業に取り組む生産者や消費者に対する意識調査結果は、次のとおりである。

#### ○有機農業に取り組む生産者の意識

- 生産者が有機栽培や特別栽培等を実践している理由は、「消費者の信頼感を高めたい」が約7割で最も高く、「よりよい農産物を提供したい」が約6割。「地域の環境や地球環境を良くしたい」が約4割ある。
- 有機栽培や特別栽培等を行っている生産者で、今後(おおむね5年後)栽培面積の拡大を希望する生産者は約3割あるものの、現状維持も約5割と高い。

#### ○有機農業に取り組む生産者の課題等

- 有機栽培や特別栽培等を行っている生産者が取組面積を縮小する際の理由は、「労力がかかる」が最大で、販売価格や販路開拓の課題よりも割合が高い。

- ・ 有機栽培と慣行栽培との経営比較では、有機栽培では単収が下がった場合、経営費を押さえ所得を確保している事例はあるものの、除草を含む作業時間が慣行栽培より長く、時間あたりの所得は慣行栽培より不利となっている。

#### ○有機農産物の出荷経路

- ・ 有機農業で生産された農産物は、消費者への直接販売が6割以上と最大で、次いで農協や集出荷業者への出荷となっている。
- ・ 新規参入の生産者の出荷先は、有機以外に取り組む生産者では農協出荷が最大であるが、有機農業に取り組む生産者では消費者への直接販売が多い。

#### ○有機農産物の消費動向

- ・ 有機農産物の消費動向は次グラフのとおりであり、消費者の17.5%が、週に1回以上有機食品を利用（購入や外食）している。
- ・ 「週に一度以上有機食品を利用している」消費者の内訳は、①「有機野菜」を購入したことがある者が6割と最大で、その約半数がパン、豆腐、みそ等の加工品の購入者である。②約9割がスーパーで有機食品を購入しており、農家から直接購入している者は約1割。③有機農産物に対するイメージは「安全である」「価格が高い」「健康にいい」が主だが、「環境に負担をかけていない」との回答も6割ある。

#### 有機食品の購入や外食等の頻度



#### ○有機農産物の価格について

- ・ 有機 JAS 食材は、国産慣行栽培品全体より高価格帯で取り引きされており、一定の付加価値が市場に認められている。
- ・ 生産者の約65%は有機農産物等の販売価格について満足している。
- ・ 流通加工業者や消費者では、慣行栽培品の1割高までの価格を希望する者が過半で、4~5割高以上の価格での取り扱いを希望する者は1割未満の状況である。

#### (4)有機農業にかかる先進事例\*4)

有機農業を実践している4地区の先駆的な事例は、次のとおりである。

○愛媛県の無茶々園では、「有機農業は商品生産ではなく、自給をベースにした生産者と消費者との相互信頼が重要」という基本方針から産直（提携）活動を始め、やがて農家組織から地域組織（地域協同組合）へ変身し多彩な活動を展開。年間販売額10億円、雇用90人を実現し、2016年度農林水産祭「むらづくり部門」の「天皇杯」を受賞している。

○有機農業の町として有名な山形県高島町では、1973年に41人のメンバーで有機農業研究会を設立し、1997年には役場農林課を事務局として約1000人の農家で高島町有機農業推進協議会が発足して、2010年には第2、第3世代が中心となり活発に活動してい

る。有機食材は、学校給食にも使用している。

○千葉県いすみ市では、有機稲作に取組み、市内の学校給食で 100%有機米使用。2017年には 13 人の農家で目標を上回る 50 t の収穫を達成した。学校給食のコストアップは、JA が手数料を最低限に抑え、生産者には再生産可能な価格（60kg 当たり 2 万円）を保証し、差額 400 万～500 万円は市の財源で補填して、給食費の値上げはない。

○兵庫県たじま農業協同組合では、コウノトリの野生復帰への取組と併せて、水稻栽培で「コウノトリ育む農法」の普及を推進（部会員 294 名が 470ha）し、「2020 年度持続可能な農業推進コンクール」の有機農業・環境保全型農業部門で農林水産大臣賞を受賞。豊岡市等の学校給食に米を販売し、また 6 カ国に米 17.3t を輸出(2019 年度)している。

### (5) 我が国で無農薬栽培が難しいとされている理由\*5)

我が国で有機栽培が難しいとされている理由は、次のとおりである。

- ・ まず雨が多く高温多湿の気候が第一の理由である。一方、有機栽培が盛んな欧州諸国は、降水量が少なく、湿度・気温も低めである。
- ・ 有機農業は「労力がかかる」「生産量や収入が不安定である」「生計が成り立つようになるまで年数が必要」と言われ、また万が一農作物が天災や病虫害被害に晒された場合には、化学的な農薬は使用することができないため、経営リスクが高くなる。
- ・ 消費者のニーズがまだ高くないため、販路が確保できないと悩む農業者が多い。
- ・ 消費者側が、農作物に対して厳すぎる要求をしていることも理由である。形が悪い野菜は人気がなく、きれいで形の揃った完璧な野菜が好まれる。
- ・ さらに有機 JAS 規格の認定では、厳密な規定と登録認証機関への認証審査費用、有機 JAS マークのシールやパッケージ代、栽培日誌や伝票管理、使用資材などに厳しい規定などがあり、かかる費用は全て生産者が負担しなければいけない。

## 5. 島根県内の有機農業の取組

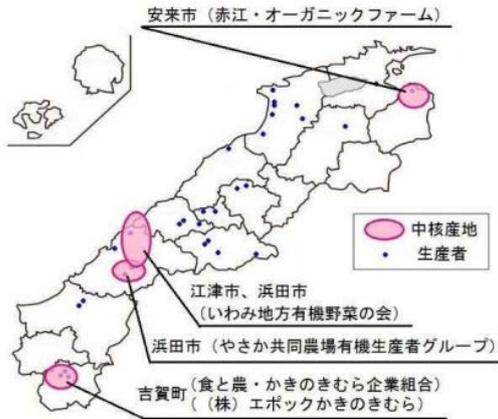
### (1) 島根県の有機農業の取組\*6)

島根県では、県の農林水産基本 5 か年計画（2020 年度～24 年度）を策定し、その中で有機農業の取組について次のように述べている。

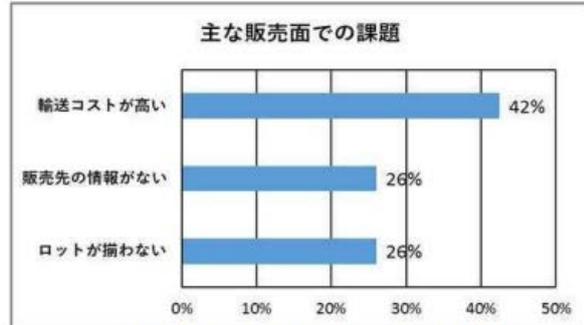
- ・ 県は有機 JAS 認証ほ場の耕地面積に占める割合が、畑作部門では長年に亘って全国トップクラスで、全国で唯一県立農林大学校に有機農業専攻課程を設置（2012 年）するなど先進的な取組を進めてきたが、近年、有機農業全体面積がピーク時の 2015 年から約 5%減少するなど、停滞している。
- ・ 小規模生産者が大部分（生産者の 70%が経営面積 1 ha 未満）のため、供給ロットの確保や物流等のコストの課題から、加工業者や県外の有望な実需者との取引が十分開拓・確保されて来なかった。
- ・ 今後は、有機農業が県農業全体をリードできるように、既存の担い手が有機農業面積を拡大するとともに、多くの新規就農者が有機農業で経営を自立していけるような施策が必要である。

- ・ 2019年に0.4%（155ha）だった有機JAS面積シェアを、2024年には1%（370ha）以上の目標を実現させる。

## ■県内の有機農業の中核産地



## ■販売面での主な課題(H30)



出典：有機JAS取得者（53人）に対するアンケート結果（回答数29人）

## (2)出雲市内での有機栽培・販売の取組事例

出雲市内でも、有機栽培と販売の取組が行われている。そのうち、筆者も参加している取組について紹介する。

### ○有機栽培の生産者を支援する会の設立

- ・ 食育活動に取り組む出雲市民と生産者の計50人が、環境保全型農業の促進と健康な心と身体を育む豊かな食生活に貢献することを目的として、2013年4月に「すこやかな大地と食卓プロジェクト」（浅津知子会長）を設立した。
- ・ 具体的な活動は、オーガニックマルシェの開催、消費者の農業体験、有機農業及び食育に関する講演会の開催などである。

### ○2015年に「食は命なり」講演会の開催

有機栽培の食材利用を普及させるために、0歳児から6歳児まで約300人の園児を預かり食育について先進的な取組をしている、福岡市の高取保育園の園長を講師に招待して講演会を開催した。講演に当たっては、有機食材の普及を出雲市内の学校や幼稚園から広げようと、学校給食や幼稚園関係者に積極的に声掛けし、参加者は約300人であった。園長の講演要旨は、次のとおりである。

当園では「アトピー」などの単語が使われていない約40年前に、園児の中に皮膚病や集中力がなくキレる子供が多いなどの問題事例が多かったため、その解決方法について四方八方の小児科医に訪ねて回った。なかなか適切な対策案が見つからなかったが、下関市内の小児科医から「それらの改善には食生活の改善が必要」と指摘された。確かに園児に接していると、この半世紀で日本人の食は大きく変化し、食生活の変化は様々な病気や疾患をもたらし、味覚や人格形成にも影響を与えていることを痛感していたため、この提案に納得した。その後、次のような取り組みをしている。

- ・ 「食は命なり」という言葉を柱に、昔から日本人の命を支えてきた和食中心の食事に変更することにした。無農薬、低農薬有機栽培の玄米を主食に味噌等の発酵食品、旬

の野菜、魚介類、海藻を摂る玄米和食であり、具体的には次のとおりである。

- ・ ご飯は玄米に 2 割の雑穀入りで、毎回納豆付き。卵と牛乳はなし。カルシウム摂取のため切干大根などを使用。なお玄米は圧力鍋で調理し、野菜は無農薬の品物を宅配で購入している。食べ方は腹八分で、1 口 60～100 回噛む。子ども達は静かに集中して食事をしており、残食はない。
- ・ また食事の重要性を理解させるために「食べ物に関わる年中行事の体験・遊び」「園児による味噌づくり」等の全国的にも珍しい先進的な取り組みを続けている。味噌づくりは年長組の 5 歳児が毎月、100kg の味噌を作り、年度末に年長組が年中組に味噌づくりの方法を伝承して卒園となる。
- ・ この取組の結果、子供たちは集中力が高くアレルギー等にも強く健康に育っており、この取組を視察するために全国からの訪問者が絶えない。また子供がお母さんに「保育園の野菜はおいしいから、同じ野菜を使ってよ」と頼むように戦略的に実施。有機食材が「子供から母親に、そして家族全体に！」広がることを期待している。

#### ○食育講演会に対する反響と有機食材の重要性の再認識

- ・ 講演会の後、学校給食や幼稚園関係者からの反響が大きく、有機食材の使用について非常に前向きな話が聞かれたが、調達が割高になることや供給体制の不備が大きなネックとなり、残念ながらその後の普及は進まなかった。
- ・ 有機食材はおいしく健康的なことは知られているが、近年増加しているアトピー性皮膚炎や子供たちのイライラ、キレる行動等の問題にも、有機食材が効果的であることはほとんど知られていない。講演会により、有機食材の重要性を再認識した。

## 6. 考察と提言

全国レベルの有機栽培面積は少しずつ増加しているものの、世界的にみてまだ低水準に留まっている。島根県では西部を中心に有機栽培面積が拡大しているが、まだ面積は小さい。有機栽培が進まない原因と、100 万達成に必要な戦略について考察し、提言する。

### (1) 先進的なフランスや韓国の取組の分析

○国の政策面では、フランスが参考になる。フランスでは大規模化・効率最大化を推進する近代農業の方向を、家族農業や小規模農業を持続可能な食料生産基盤と考えるアグロエコロジー戦略に大転換して、有機栽培が急拡大している。有機食材の利用率を公共団体食堂(給食)等に法律で義務付けており、これが消費者需要を喚起し先進的である。

○栽培技術面では、隣国の韓国と比較しやすい。日本で有機農業の取組が遅れている理由として、「高温多湿の気候から病気や虫の発生が多く、有機栽培の取組は難しい」と言われているが、気候条件(夏は高温多湿)や農業構造がほとんど似ている韓国では、全耕地面積に対する有機農業面積が 5%と日本の 10 倍にもなっている。

韓国で有機農業が進んでいる最大の理由は、①ほとんどの小中高校の学校給食が無償かつ有機栽培の食材としており、その際に約 30%割高になる価格は差額分を各市町村が条例で負担していること、②学校給食への食材供給は地元農家に加え、供給の安定化のため

め韓国の全ての農協が連携して対応していることである。

## (2) 国内の先進的な取組地区の分析

4. (4) に記述した国内の先進地事例を分析すると、有機食材の販売先に学校給食が含まれている。これが安定的な供給につながり、農業者は安心して栽培に専念できる。また、学校給食への供給には、個人農業者に加えてJAも参加している事例があり、栽培技術の検討に当たっては、ほとんどの地区が研究部会を設けて研究している。

兵庫県たじま農協の場合は、コウノトリを育む農業を目的として有機農業を進め、先進的な輸出まで行っている。

## (3) 有機農業 100 万 ha に向けた取組についての考察と提言

100 万 ha の目標達成には、栽培面よりも先に「販売先の確保」が非常に重要である。それにはフランスや韓国、国内の先進地区事例のように、「小中学校の給食食材（以下、有機学校給食という）」として活用することが必要と経済性及び効果からも非常に明確である。目標達成に向けた取組についての考察と提言は、次のとおりである。

○**有機学校給食の必要性と経済性及び効果**：近年、アトピーや集中できない子、キレる子等の子供たちの健康問題が増加してきている。これらの改善には、「食は命なり」の活動のように、有機食材の使用が非常に効果的である。コストだけを考えれば有機食材の価格は慣行栽培に比べて高いが、有機学校給食は将来を担う子供たちへの健康投資であり、長期的な視点で考えれば経済的にもメリットが非常に大きい。

有機学校給食は、子供たちの食物アレルギーなどの症状を改善できるだけでなく、関連して有機農業生産者の収入が増加するため、地域再生の起爆剤になることも期待できる。

○**農水省の農業政策**：現在の農業政策は、「農地を集約し、農業者の経営規模拡大による大規模な担い手を育成するという方向」であるが、有機栽培の場合は、大規模農家よりも家族経営による小規模農業者の方が対応しやすい面がある。また半農半Xや田園回帰で農業を希望する若者は、有機農業や自然農法への関心が高い。有機農法の面積拡大には、有機食材の消費拡大が非常に重要であるが、みどりの戦略には学校給食との連携などの消費拡大策は書かれていない。

このため農水省は、フランスのアグロエコロジー戦略への転換や有機食材の使用割合を法律で義務付ける等の事例も参考に、文部科学省等の他省庁との連携も進め、有機食材の消費拡大を戦略的に進める必要がある。

○**島根県の農業政策**：全国に先駆けて県立農林大学校に有機農業専攻課程を設け、有機農業の先進県である島根県の5か年計画には、有機農業の拡大目標面積は書いてあるが、それを達成するための消費拡大戦略は書かれていない。一方、学校給食に有機食材を使うよう自治体に求める署名活動は、全国各地で起きているため、県は各市町村と連携して約3割程度割高になる差額を補填する「有機学校給食化戦略」を立案し、有機食材の学校給食への利用を積極的に進める必要があると考える。

○**有機栽培技術と供給体制の整備**：もともと農業は、工業製品のように規格品を次々と作

れるわけではない。特に有機栽培技術は、土壌や気候条件により再現性が低い技術である。有機栽培技術については、全国の農業者が試行錯誤して開発した減農薬や有機肥料を使った実践事例が農文教の書籍等にたくさん記載されているが、それらは汎用的なものではなく、特定条件における栽培技術であり、栽培マニュアルとして確立されていない。

各地の多様な生態系や土壌条件の中で、栽培マニュアルを確立することは非常に難しいが、地域ごとに県試験場や大学などの横の連携を図り、早急に既存の有機栽培技術のとりまとめや安価に土壌成分分析ができる支援制度の整備などを進める必要がある。

また食材供給については、幼稚園などの小規模な給食施設には生産者からの直接供給も可能であるが、大規模な学校給食センターへの食材供給に当たっては、生産者からの直接販売だけでは供給が不安定になるため、JA も参加した供給体制の整備が重要である。

## 7. おわりに

農水省が策定したみどりの戦略の中の有機農業面積を 2050 年に 100 万 ha とする目標について、現状を分析・考察し、今後の対策について提言した。現状では約 2 万 ha しかない有機農業面積を 100 万 ha にする戦略の方向性は正しいが、一番重要な消費拡大対策が書かれておらず、また目標年度が長すぎて政府の本気度が伝わってこない。

しかし、取組が進んでいるフランスや韓国、国内の先進地事例のように、行政関与による学校給食との連携や JA の参加が可能になれば、目標年の前倒しが期待できる。有機農業先進県の島根県には、有機食材の消費拡大の第 1 段階として、各市町村と連携の上、まずは週 1 回程度学校給食に導入する等、行政支援による積極的な取り組みが求められる。

有機学校給食の導入は、単なる経済活動ではなく、子供たちの健康維持対策であり、将来への投資とも言える。また有機食材の本当のおいしさを知った子供たちは、大人になってからも有機食材を食べてくれる可能性が高まる。有機学校給食により将来を担う子供たちが更に「健康」になり、関連して、有機農業生産者も今より「健康」で「豊か」になれるため、地域再生にも大きく貢献できると考える。

### 引用文献

- \* 1) 有機農業を巡る事情：農水省、令和 2（2020）年 9 月  
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/youki/attach/pdf/meguji-full.pdf>
- \* 2) 総合政策 Journal of Policy Studies 第 22 巻（2021）pp. 51-69  
[https://researchmap.jp/sudafumiaki/misc/32089080/attachment\\_file.pdf](https://researchmap.jp/sudafumiaki/misc/32089080/attachment_file.pdf)
- \* 3) [韓国における有機農産物と学校給食の実態 | AGRI FACT](#) 2021 年 7 月
- \* 4) 農文教主張・「有機農業 100 万 ha」で地域を元気に、賑やかに 2021 年 7 月号  
<https://www.ruralnet.or.jp/syutyu/2021/202107.htm>
- \* 5) ProLabo Farm 日本で無農薬栽培が難しい理由：  
<https://prolabo-farm.com/column/muzukashii/>
- \* 6) 島根県農林水産基本計画：2020 年度～2024 年度：5 カ年計画  
<https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/norin/info/kihonkeikaku/nogyonoshinko.html>

## 門外漢 トリウム熔融塩炉を調べる (5)

### 小説から始まった“4S炉”の情報収集

井上 祥一郎

はじめに

超小型原子炉“4S炉”とは、発明者の服部禎男によれば、「50個ほどの部品によって構成され、動く装置がほとんどないため故障はほぼ無し。全自動で運転員不要。燃料の交換は30年しなくてよいのでヒューマンエラーが無くなる。『スーパー・セーフ、スモール・アンド・シンプル』を取って命名した」とある。

筆者はこれまで、本誌で3回に亘って“トリウム熔融塩炉”について学んだことを個人研究として発表させて頂いた。4回目は本誌への書下ろしではなく、日韓技術士国際会議で発表した内容を転載して頂いた。この経緯から今回の個人研究発表を、表題のように(5)とした。

太平洋戦争敗戦の数年前に生まれ、小学校低学年時に原子爆弾(原爆)への恐怖を教えられた筆者にとって、核分裂は平和のために無くすべき対象であった。従って核分裂エネルギーを利用する原子力発電(以下原発)についても反対の立場であった。但し、電力の恩恵は無批判に受け入れ、原発反対行動は選挙時の投票で示す以外には何もしなかった。エネルギー技術に関しては、水力発電ダムの生態系に与える影響を問題視し、ダム撤去に対する関心の方が高かった。

原発への関心はあったが、積極的に情報を収集することもなかった。古川和男著「『原発』革命」(文春文庫 2001年)が積読(つんどく)になっていたことからそれが分かる。

この状況が一変したのが、2011年3月11日に発生した東日本大震災が引き起こした、東京電力福島第一原子力発電所(以下福島第一原発)の「沸騰水型(ウラン)軽水炉」の過酷事故であった。これ以降原発に関する情報収集を始め、拙論の(1)～(3)でその歩みを記述した。

技術士法に追加された「環境の保全や公共の福祉等の公益確保を謳った技術士の責務」に照らすと、原発の課題を学び発信することが、自己研鑽と公益確保の責務に合致すると思っている。

古川の紹介した“トリウム熔融塩炉”に関する資料(市販書)の入手は徐々に難しくなってきたので、多様な受動安全型原発の資料収集に範囲を広げることにした。今回の個人発表の対象炉を、トリウム熔融塩炉ではなく、4S炉とした理由である。

#### 1. 4S炉情報との出会い

筆者は8部門(9科目)登録の技術士として、柔軟な考え方の必要性を感じてきた。また、表現についても簡潔な文章に意を用いてきた。その訓練に、小説を読むことが効果的というのが経験知である。特に引き込まれる科学小説は、著者の正確で科学的な情報収集力に負うところが大きい。今回の個人研究は、大下英治著の科学小説「エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罟」(徳間文庫 2002)を手にとった

ときに始まった。1級の科学小説との出会いであった。

## 2. 「エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罟」から（技術編）

小説「エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罟」（以下大下本）は、2002年4月15日に徳間文庫オリジナル版として出版された。筆者は本を読むとき、興味を引いた場所に付箋を貼る癖がある。373頁の大下本に貼った付箋は、15枚に上った。

“4S炉”についての解説は、大下本からの引用が最も読者の理解を得られると思うので、常識はずれの量を引用した。著作権の侵害が気になるが、出典、引用箇所を明記したことでお許しを願いたい。引用部分は“「ゴシック体」”とした。

### 2-1 “燃料交換不要の超小型原子炉” 発明者のプロフィール（pp.47-48）

大下本の主人公は判然としない。物語の案内役は黒岩と名乗る大手経済新聞社の記者である。読み終わると黒岩が紹介する原発“燃料交換が要らない超小型原子炉”が主人公とも受け取れ、その発明者である熊井も主人公の一人と感じられる。

発明者の熊井について次のように紹介している。「熊井は1933年（昭和8年）7月に愛知県で生まれた。名古屋大学の電気工学科を卒業し、1956年に南部電力に入社した。一中略一熊井は、1957年に東京工科大学に国内留学した。1959年には、米国オークリッジ国立研究所で原子力安全解析の研修を受けた。帰国後、国の新型炉開発本部で建設電気機械課長として原子力各種安全基準作成活動に参加した。一中略一1980年に電力総合研究所名誉特別顧問となっている。筋金入りの原子力研究者であった」

手元に、服部禎男著「遺言 私が見た原子力と放射能の真実」（かざひの文庫2017）（以下 服部本）がある。大下本に遅れること15年である。著者の肩書は“電力中央研究所・元名誉特別顧問”である。同書から経歴を引用する。

「1933年7月27日生まれ。愛知県出身。東京大学工学博士。名古屋大学工学部電気学科卒業後、中部電力に入社。入社翌年、東京工大原子核工学修士課程に入学。卒業後、アメリカのオークリッジ原子力研究所原子炉災害評価研修課程へ。1971年：原子力リスク解析理論を発表。1972年：動燃事業団新型原子炉開発本部へ出向。1980年電力中央研究所・研究開発本部の初代原子力部長に就任。1986年アルゴンヌ原子力国立研究所と金属燃料高速炉および乾式再処理に関する研究協力開始。1988年：燃料無交換・運転員不要超小型安全原子炉の発案。1989年：放射線ホルミシス研究委員会委員長に就任。電力中央研究所原子力担当理事に就任。2001年：電力中央研究所名誉特別顧問。2005年：放射線ホルミシス研究が評価されバンガード賞受賞。著書は『「放射線は怖い」のウソ』（かざひの文庫）ほか」

大下本の「熊井」のモデルが、服部禎男だと分る。

### 2-2 大型原子力発電の問題は大型化（pp.55-66）

熊井：「原子力発電は大型化にすすんだところに問題があった」「海軍提督リコーバーが原子力エネルギーを動力に転換し発電システムにすることに成功（筆者注：原子力を動力源とする潜水艦ノーチラス号が1955年完成）した」「だが、原子力潜水艦開発に携わった研究所員たちは、再び仕事が（筆者注：国が原子力発電に肩入れして予算を出すと既存のエネルギー業界からの猛抗議を恐れて）なくなってしまう

った」「研究者たちは口を揃えて『大きくすればするほど、コストは安くあがるのだ』と大型化を主張した」黒岩：「大きくすればするほど原子炉は複雑化する。開発までに、時間も費用もかなり費やす。開発までの間、研究者たちは食いつぶれことがなくなるということですね」熊井：「人間がパニックに陥ったとき、なにをおこすかわからない。大きくなった原子力発電所には、100人からの運転員がたち働いている。さまざまな状況に囲まれている人間が、ミスを犯す危険性を秘めている」黒岩：「炉心のまわりを、人間の手が入らない状態にしなくてはならないわけですね」熊井：「人間が無闇にバルブやスイッチに触れられない状態にしておく。コンピューターで徹底的に管理し、チェックしてセッティングできたら、人間はそこに触れない。ところが複雑系になると、コンピューターが狂う確率も高くなる。それも大型路線への道を進む原子力産業とは逆行だが、原子力発電の炉心は安全で単純なシステムを求めて小型化するべきだ。大型化が進む状況下で、小型化を推奨し運転員を信じてはいけないと口にすれば、『原子力産業がいけないということなのか』と業界から排除される。そうなっては、変えていこうにも変えられなくなってしまう」

## 2-3 アルゴンヌ研究所の研究成果 (pp.66-70)

### 2-3-1 乾式再処理法

熊井：「アルゴンヌ研究所では、従来のウラン再処理工場では考えられないほどコストが安く、簡単な再処理方法を考えついていた。いわゆる、乾式再処理方法と呼ばれるものです。液体カドミウムと溶解塩を用いる電解精製技術や還元抽出技術をつかって、ウランやプルトニウムを回収できる」「アルゴンヌ研究所で開発を進めている再処理工法は、再処理工場が少なく、外国に再処理をたのんでいる日本にはまさに朗報でした」(筆者注：大下本では詳しく述べていないが、服部は六ヶ所村で建設中のピューレックス法との比較を念頭に置いている)

### 2-3-2 金属燃料

熊井：「アルゴンヌの연구원たちは燃料にセラミックを使っていることが根本欠陥だということを知っていた。実験炉 EBR-II を操業したときから、(筆者注：セラミックではなく)ジルコニウム、ウラン、プルトニウムなどで作られた合金を燃料として使っている。セラミックにくらべると、かなり柔らかく、柔軟性があるために、被覆管にかける負担も少ない。精密な製造技術がもとめられるペレット製造法とは異なり、製造法も簡素である。さらに素晴らしいことに、燃料の増殖性がよく、熱を伝えやすい金属特有のすぐれた性質を有していた。フルパワーに出力を上げても、中心の温度が表面温度よりも 200℃ほどしか上がらない。それでフルパワーの出力が発揮できる」

## 2-4 原子炉をあくまで細身にするんだ!!! (pp.72-75)

「熊井は、以前から原子炉を大きくしていくよりむしろ、細身にしていくことのほうが安全性は高まると見ていた。細身の原子炉であれば、冷却水が沸騰して中性子吸収率が低くなっても、中身に対して表面積が大きいために、暴走を始める前に中性子が炉心の外に逃げるのではないか。中性子の漏れが大きくなれば、中性子の密度が減って連鎖反応が起こりにくくなって、炉心は自ら止まってしまうに違いな

い。熊井の直感では、炉心の直径が1メートル以下で、80センチほどが最適なのではないかと思っていた」

「熊井が本質的に安全な原子炉を求めて直径1メートル以下の細身の炉心を考えたことからとんでもない副産物が生まれた。中性子の炉心部から周囲への漏洩が連鎖反応のバランスに大きく影響する炉心になったために、冷却材ナトリウムの温度が上昇して密度が下がると中性子漏洩が増して反応度が低下して出力が下がり、冷却材ナトリウム温度が低下すれば逆に出力が上昇する。タービンの出力を上げるために加減弁を開いて蒸気を多く流せば、もっていかれる熱が増えて炉心を流れるナトリウムの温度が下がる。中性子の漏洩が減って核反応は増し、出力は上昇する。全くの自動負荷追従原子炉である」

「さっそく、電機大手メーカーの北斗電機担当者の枝川紀一に電話し、計算してくれるよう頼んだ。枝川は熊井の学んだ大学の研究メンバーとともに、ナトリウムの温度との関係、中性子の逃げの問題とありとあらゆる要素をインプットしてコンピューターで計算に計算を重ねた」2か月後、枝川：「何度も計算を重ねましたが、タービンがフルパワーになると原子炉がフルパワーになって、タービンがゼロになると、原子炉もまたゼロになりました。独りで、原子炉がタービンの加減弁の開閉に追従しているんです。制御棒がまったくいらなくなりました」

#### 2-5 燃料交換が不要の仕組み (pp.75-76)

「細身の炉心では、通常時でも、核分裂の反応が続けられる臨界にならない。そこで、中性子が炉心から漏れないように、黒鉛の粒をステンレス細管に入れて環状の板にして腹巻のように巻いた。腹巻を巻いていると、巻いた部分だけが燃料となってよく燃える。この環状の反射帯を上の方にゆっくりずらすことで、新たな部分が燃料となる。1週間に1ミリ動かしていけば、燃料の長さが2メートルあれば、30年以上掛かって一番上までいく。少なくとも30年間は、燃料交換はしなくてすむ」

熊井：「私が発想した小さな原子炉に、アルゴンヌ研究所の金属燃料がうまく絡み合って、出力が制御できて、暴走しそうになると勝手に止まってしまう原子力発電所ができる。日本中、世界中に、この原発が広がっても、究極安全の発電所、なにが起こったとしても大丈夫だ」

#### 2-6 原爆への利用について

鬼頭：「どんな小さな原子炉でも、それを使って爆弾をつくることはできるんじゃないのか」熊井：「使用済み核燃料には、通常キュリウムという物質が混ざっています。この物質が少しでも混ざっていると、プルトニウムは決して爆発しないのです。原子爆弾は、プルトニウムからキュリウムを分離することが最大の難関なのです。テロリストには、キュリウムを分離するだけの技術はないのです」

### 3、「エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罠」から（想定編）

前項で4S炉の技術について引用した。最近の技術士試験では“技術士としての資質（コンピテンシー）”が、重視されている。この中にマネジメントが含まれているので、それに関連する以下の引用を行う。

大下本の舞台は、テロの発生、地球温暖化による気象異常、異常気象に伴う飲料水問題、それに付随する産油国と消費国間の軋轢、日本の石油備蓄減少、地震災害、大型軽水炉の事故等、今後世界が見舞われる危機を想定したものになっている。

技術士としてこれらの危機を乗り越え、公益の確保に寄与できるかを考える参考になると思う。

### 3-1 超小型原子炉の製作時間 (p.199)

鬼頭：「どのくらいの期間が必要なんだ？」熊井：「普通に考えれば、五年はかかる。まず、実証炉と呼ばれるプロトタイプを作らねばならない。実証炉さえできれば、1年か2年で実用化できます」

### 3-2 日本における必要基数 (p.256)

鬼頭：「日本のエネルギーが尽き、国家の機能の大半が麻痺するまでに、約130日ほどしかない。その間に、はたして、超小型原子炉をつくるのが可能だろうか」「日本のエネルギーを、現状の七割程度まかなうためにも、超小型原子炉を何個つくる必要がありますか」熊井：「8000基です」

熊井：「2006年に認可が降りた実証炉は2009年に完成しています」(p.259)が上記の前提条件になっている。

### 3-3 必要面積 (p.259)

「100万キロワット級の原子力発電所を建設するためには、60万坪の土地と、6年の歳月がかかるが、200坪の土地に（筆者注：1万キロ級の）超小型原子炉建設するのであれば・・・」（筆者注：超小型原子力発電所でも送電線は不可欠であるところから、送電線のある地域の中古車センターや駐車場を候補地として挙げている）(pp.262-264)

### 3-4 予算と返済 (p.273・274)

「超小型原子炉は、大型の原子炉よりはるかに安い予算でできる。が、それにしても8000基という膨大な数である。土地の料金と合わせると、総額はじつに100兆円にもおよぶ。日本の国家予算の歳入が、国債を勘定に入れなければ約50兆円である。実に、国家予算の二倍という金額であった」

矢野：「しかし、その予算は・・・」鬼頭：「こうゆうときのために、PFIがあるんでしょう」PFIとは、民間の技術や資金を活用して、効率的かつ効果的な公共サービスを図るという考えである。鬼頭：「とにかく、100兆円を、日本全国の保証会社や、銀行に請け負ってもらう。それを、政治がきちんと利子をつけて、毎年4兆ずつ返済していけばいい」

## 4. 「エンロンが弾いた新エネルギー戦争の罠」から（異色編）(pp.142-144)

前述した技術編と想定編で述べた内容と関連はするが、筆者の関心事であるシカによる森林荒廃に関わる記述があるので、引用して紹介しておきたい。

黒岩：「原子力委員会専門委員の鳥井弘之先生がじつに興味深い例を引いています。アメリカのアリゾナ州に、カイバブ高原というところがある。二十世紀のはじめころは、約4000頭のクロオジカが住んでいたそうです。ピューマやコヨーテといった天敵とのバランスで、鹿の数は一定水準に保たれていた。しかし、クロオジ

カが狩猟に適しているという安易な理由から、人間がピューマやコヨーテを駆逐しはじめた。1906年から36年間の間に、ピューマ766頭、コヨーテ4388頭が駆除された。天敵が減少することで鹿の数は急増し、20年間で10万頭にまでなった。個体数の爆発です。当然、増えすぎた鹿は草原を食べ尽くす。次に来るものは、何か。飢餓と病気です。1924年から25年にかけての冬に、40%もが死んだ。その後も数は減りつづけ、最終的に1万頭まで減ったそうです」

「人類に天敵はいない。天敵の代わりに、エネルギーや食料供給の限界が制約となり、人口爆発は抑制され、ごく緩やかな増加ですんできました。しかし、産業革命を経て、石油という地下に眠っていた資源を開放し、人類は制約を乗り越えることに成功した。天敵を駆除したのと同じ効果をもたらした。カイバブ高原のクロオジカの例を考えると、持続可能な数は1万頭ということになる。なぜ、持続可能な限界を超えて10万まで増えたかといえば、長年かかってカイバブ高原の自然界に蓄積された養分を利用したからという。二十世紀の初めに約15億人だった地球の人口は、1998年には60億人を超し、2050年には、100億人に達すると予想されている。人類は二十世紀を通して自然界に蓄積された石油資源や環境資源というストックを使って人口を増やしてきた。多分、とうの昔に持続可能な人口を大幅に越していると思われる」

現時点の我が国のシカの急増対策は、猟師という天敵と、ジビエ食という高級趣味に委ねている。カイバブの事例から学ぶことは、人が絶滅させた“オオカミ等”捕食者の再導入の検討であろう。近年の研究では、オオカミによる人への傷害事例は極めて稀で、狂犬病か餌付け以外の事例はほとんど記録が無い。オオカミに科せられた冤罪を是非晴らし、再導入で持続可能な社会実現に寄与したいと考える。

## 5. 核分裂の放射線問題で残されていること

服部本が最も重要視していることは、放射線の“ホルミシス効果”であろう。その証左は、服部が2014年2月かぎひの文庫から出した『放射能は怖い』のウソに詳しい。研究者の常として異論もある。しかし、ある範囲の放射線に正の本質があるものの、それが科学以外の理由で認められないとすれば、オオカミ問題と同様、放射線に対する冤罪である。科学や科学者はこのような議論の有る課題の解決に協働して積極的に真理を追究する、それが科学者・研究者倫理ではなかろうか？

## おわりに

引用過剰の研究発表になってしまった。筆者は原子力・放射性部門の技術士ではないので、技術的な解決策を提案できるまでの知見と高度の応用能力は持ち合わせていない。しかし、問題提起をすることはできる。大下本のウラは、服部本で取れた。一例を示すと前出の北斗電機は、服部と4S炉の特許を持つ“東芝”である。

技術士として公益確保の責務を果たすことが、技術士の知名度を上げる一策であると思う。また継続研鑽の成果にもなる。

今年、日本技術士会の名誉会員に推挙された。環境の保全、公共の福祉等に寄与できる技術者として、今後も好奇心を持ち続けて、生涯現役を貫きたい。以上

# 古代出雲国における測量と古地図の存在

吉 田 薫

## 1. はじめに

本稿は、出雲国の主要な山々とその景観により、古代の測量と古地図の姿を推察するものである。

奈良時代の出雲国の地誌『出雲国風土記』（733年、略：風土記）には、出雲国9郡の郡家～郡境間の交通路の距離、郡家から主要な山までの方角と距離、山の高さや周長などが記述されている。細部の数値が載るので、当然ながら現地測量が行われたと考えられる。また、位置関係は地図で表現することが基本なので、伝わらなかった付図があったのではなかろうか。

一方、過年度の研究報告（青銅器埋納位置の解説[2016.1～2021.1]）において、荒神谷遺跡や加茂岩倉遺跡を始めとする弥生時代の青銅器埋納位置とランドマークとなる山や神社位置とには幾何的な関係があることを示した。こうした関係は、相応の測量技術とその成果である地図がなければ構築できない。したがって、地図の存在は青銅器埋納時期にまでさかのぼるのではないだろうか。

## 2. 日本最古の古地図

残存する日本最古の全国地図は平安時代の「行基図」（805年改定の輿地図）とされる。以下は、ブリタニカ国際大百科事典よりの引用である。

【行基図】奈良時代の僧行基が作成したといわれる日本で最初の全国地図。実物は現存しないが、それを踏襲模写した「行基式日本地図」は残存し、最古のものとして平安時代のものである。延暦24(805)年改正輿地図である。また鎌倉時代末の嘉元3(1305)年に写された京都仁和寺蔵の日本図が書写年代が明らかな最古のものといわれている。いずれも、縮尺は200万分の1程度。おもに本州、四国、九州の国々と周辺の島々、さらに五畿七道の街道などを見取図的に描き、海岸線は丸みを帯び、各国の形状も俵状をなしていて、日本列島の輪郭や国々の関係位置、島嶼などが、ほぼ現行日本地図に近い形で表現されている。その後、徐々に修正が施されるに従い、図形も変容を受け、島数や記載文字も新たに追加され、地図としての正確さを整えつつ江戸時代の初期まで使われた。

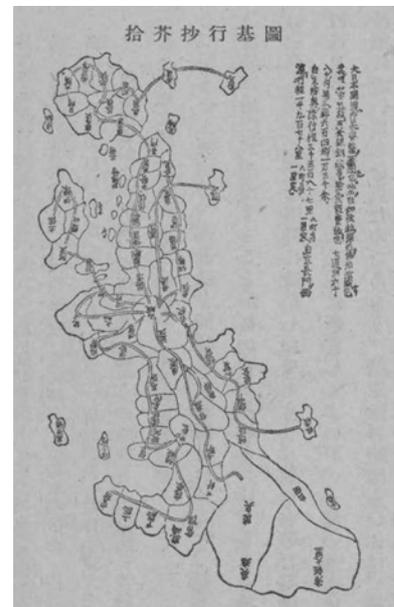


図-1 拾芥抄行基図  
(日本地理学史<sup>1)</sup>より)

行基図は、その見目より「だんご図」の異称をもつ。メモ図の様相だが、諸国の並びと日本全体の大まかな形は正しく、より詳しい元図があったことをうかがわせる。

出雲国風土記に伴う地図については、国文学者・小島憲之は次のような見解を示す<sup>2)</sup>。

地図の作製については大化二年八月の詔、天武紀に見える多禰国図（十年八月）、信濃国之図（十三年閏四月）などの記事がみえ、或は天平十年八月二六日の詔に「令天下諸国、造国郡図進」（続日本紀）ともみえるが——正倉院文書にも数多の地図が残る——、これ等によれば、上代に於て、所謂「行基図」、「二中歴図」以前にも風土記の中に図記的なものの存在も予想される。この風土記の山水系里程など詳細な記事を辿ることによって、出雲にもすでに地図があったものかとも思われる。（原文は旧字、旧かな）

つまり、風土記における距離の表示や研究者の見解より判断すると、出雲国風土記が編纂された奈良時代においても、相応の地図があったと考えられる。

### 3. 出雲国の主要な山々とその景観

ここで地図の形態を推察する。

原初の地図は、顕著なランドマークの位置の把握とその表示から始まると考えてよからう。各山から他の山頂を見通す作業を繰り返し、全体像を把握する。骨格が正確であれば、国土の描写を大きく誤る恐れはない。

図-2 に、出雲国における主要なランドマークの山を示した。国境付近に位置する大山、船通山、猿政山、琴引山、三瓶山は 1000m 超の高山であり、島根半島の山々から望むことができる。平野部において目立つ茶臼山、朝日山、大船山、仏経山はカンナビ山とされている。また、出雲五峰（峰：とぶひ）の車山、嵩山、旅伏山、坪背山、大袋山も目立つ山である。



写真-1 三瓶山から望む島根半島と大山



写真-2 猿政山（朝日山から望む）



写真-3 三瓶山（朝日山から望む）



図-2 出雲国と主要な山々（大船山の位置は参考文献<sup>3)</sup>による）

現地に立てば実感できるが、風土記の国引き神話に登場する大山（写真-1、風土記名称：火神岳、以下同）及び三瓶山（写真-3、佐比売山）は、最も顕著なランドマークである。

出雲国最高峰の猿政山（写真-2）の風土記名称は「御坂山」であり、神の御門（みと）があると記される。遠望すると、連山から突出した峰であり、佐野大和が指摘するように「サカ」は鶏の「トサカ」のように突起物を意味する<sup>4)</sup>と解釈するのが適当であろう。ランドマークとして重要な山である。

出雲国東部に位置する船通山は登りやすく、その頂上からは、大山、猿政山、三瓶山及び島根半島の山々と、半島の東西両端の地蔵崎と追石鼻（おいせばな）を眺めることができる。出雲国の地理を把握するのに極めて都合のいい山である。日本書紀（一書）は、スサノオは高天原から新羅を經由し、舟に乗り船通山（鳥上の峯）に到ったとするが、スサノオに象徴される弥生人（渡来人）が、わざわざ山奥を目指した理由は、この点にあったと考えると納得がいく。ちなみに、スサノオがこのとき行ったのが有名な“オロチ退治”である。

そして、東の視点場・船通山に対応する山として西の視点場・琴引山がある。この山にはオオクニヌシの琴があるとされ（風土記）、かつ登りやすい。

島根半島側の朝日山からは、大山、船通山、猿政山、琴引山、三瓶山等の主要な山々を望むことができる（写真2、3）。

カンナビ山4山（茶臼山、朝日山、大船山、仏経山）は、南国境の山々と平野部及び半島部の地理を結びつける役割があったと推察する。

#### 4. 古地図の痕跡

図-2 において、大山と三瓶山を結んだ線は、地理把握上の「基線」となる。そして猿政山から「基線」に垂線を引くと、日本海側の三津（風土記：御津濱）に延びる。御津とは「神の港」の意があり、「神の門」と対応する。また、船通山からの垂線は御津（御津濱）に、琴引山からの垂線は日御碕（御碕）に達する。いずれも神を敬う「御」の文字をもち、「神の山」と「神の海辺」が対応する。垂線が意識されていた故と考える。

次に、出雲国の「カンナビ山」4山の位置関係について述べる。「ビ」には神名”樋”及び神名”火”の使い分けがある。図-2 において位置を確認すると、「樋」については大山－茶臼山（神名樋野）－大船山（神名樋山）が結べる。樋は水を流す装置であること及び大山には山頂で水を採る神事があることより「水のライン」である。「火」については三瓶山－仏経山（神名火山）－朝日山（神名火山）がほぼ直線関係にある。三瓶山の最後の噴火は約4000年前で大山よりもずっと新しいことと関連づけると後者は「火のライン」といえよう。文字の使い分けは、意識されていたことだと思われる。

以上のように、測量上の重要なポイントと、神（当時の指導者像と考える）の足跡（名称、神話等）が符合する。また、見晴らしのいい山頂に立つには登山道が必要である。風土記においては、山の高さや山のめぐり（周囲の距離）が、登山道の距離をもとに計算されている<sup>5)6)</sup>。登山道の発達は、測量が頻繁に行われたことを窺わせる。これらより奈良時代以前から相応の測量技術と古地図があったと解釈したい。

#### 5. 荒神谷遺跡及び加茂岩倉遺跡

では、出雲国における地図の作成はいつの頃までさかのぼることができるのだろうか。図-2 を見ると、三瓶山－荒神谷遺跡－志谷奥遺跡が直線上に並び、三瓶山－志谷奥遺跡－大山を結ぶと、志谷奥遺跡を頂点とする二等辺三角形ができる。青銅器埋納位置は出雲国の地理を意識して選定された可能性が高く、その時には相応の地図があったと思われる。

青銅器埋納位置と測量の関係について述べる。

##### (1) 埋納位置の規則性の判断

まず、規則性を判定する基準を設定する。

図には国土電子地図を用い、埋納位置及び神社位置は直径50mの小円で表す。埋納位置と神社等との関係は、直線・円弧・図形が、埋納位置及び神社等の小円にかかることで判断する。神社位置については、当時はなんらかの祈りの場であったと解釈する。判定に用

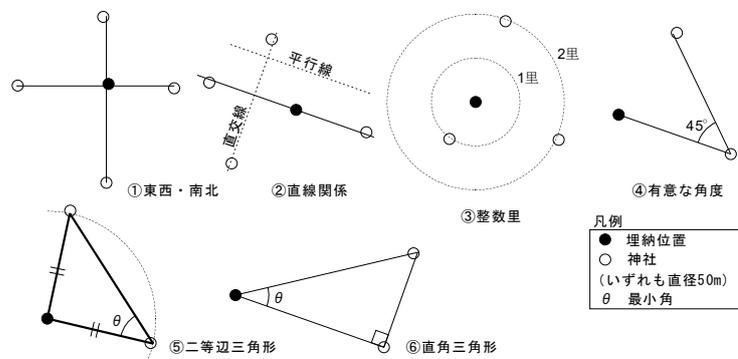


図-3 関係性の判定（例）

いる関係性は図-3 のとおりである。尺度は、日本の弥生時代と同時代の漢尺（中国、1尺

=23.1cm、1歩=6尺=1.386m、1里=300歩=415.8m)とする。なお、関係性はその有無を確かめることを目的としており、すべてを網羅したものではないことを断っておく。(詳細は2019年度研究報告参照。)

(2) 青銅器埋納位置と周辺地物の位置関係

図-5において、両埋納位置を結ぶ線は大黒山(315)－高瀬山(314)ラインと直交し、両山と両埋納位置の4点を結ぶと、底辺を共有する二つの二等辺三角形A及びBができる。特筆すべき顕著な関係である。

以下、図-5及び表-1に基づいて説明する。

1) 埋納位置を通過する直線

加茂岩倉－荒神谷に直交する線は、前述の大黒山－高瀬山の他に、赤秦神社－加茂岩倉、荒神谷－諏訪神社がある。大黒山－荒神谷－香取神社と天津神社－加茂岩倉は平行である。また、大神神社－波知神社－荒神谷は直線で結べる。その他、平行線もある。

2) 整数里

両埋納位置を中心に整数里(漢尺)の同心円を描くと、荒神谷から2～4里の整数里に6神社が位置する。また、仏経山は荒神谷から7里、荒神谷－加茂岩倉間は8里である。加茂岩倉からは、天津神社が3里である。また、大黒山－高瀬山間は3里である。

3) 角度

埋納位置と複数の神社等を結ぶ角度については、30°・4件、45°・3件、60°・4件が確認できる。

4) 二等辺三角形

二等辺三角形は、前述の両埋納位置と両山頂を結ぶ2つを含めてA～Fの6個が読取れる。このうちFを除き1～2辺が整数里である。

5) 直角三角形

直角三角形は4個見られ、g：加茂岩倉－荒神谷－諏訪神社及びh：荒神谷－加茂岩倉－赤秦神社は、ともに遺跡－遺跡－神社の並びである。i：加茂岩倉－(大黒山)－佐支多神社－香取神社とj：荒神谷－高瀬山－x－布須神社－天津神社もともに、遺跡－山－神社－神社の並びである。つまり、それぞれの位置関係が対称的である。

6) 事象の確率

ここで試みに、荒神谷周りの整数里について確率計算を行う。整数里の同心円に対し、±25mを有為な範囲とする。図-4において、最も外側の円の半径は4里+25m(1688.2m)であり、この内側の面積は8.9536km<sup>2</sup>、このうち整数里の円±25mのエリアは1.3063km<sup>2</sup>なので内側面積の1/6.8542。7社のうち6神社がこの領域に入る確率は、 $P=7C_6 \cdot (1/6.8542)^6 \cdot (5.8542/6.8542) \div 1/1.7$ 万である。一面的な評価だが、神社配置が偶然である可能性は極めて低いと考えられる。

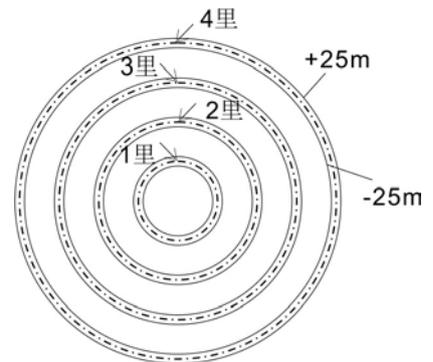


図-4 神社エリアの評価

神社や山の位置関係において、整数里や三角形等は偶然現れることはあるだろうが、それが多数にのぼる場合や、対称的な位置関係及び相似性は、作為のある証拠である。殊に荒神谷、加茂岩倉、大黒山、高瀬山の4者の直交・等距離の

関係、直角三角形で示した遺跡－山－神社－神社の関係などは、その最たるものである。

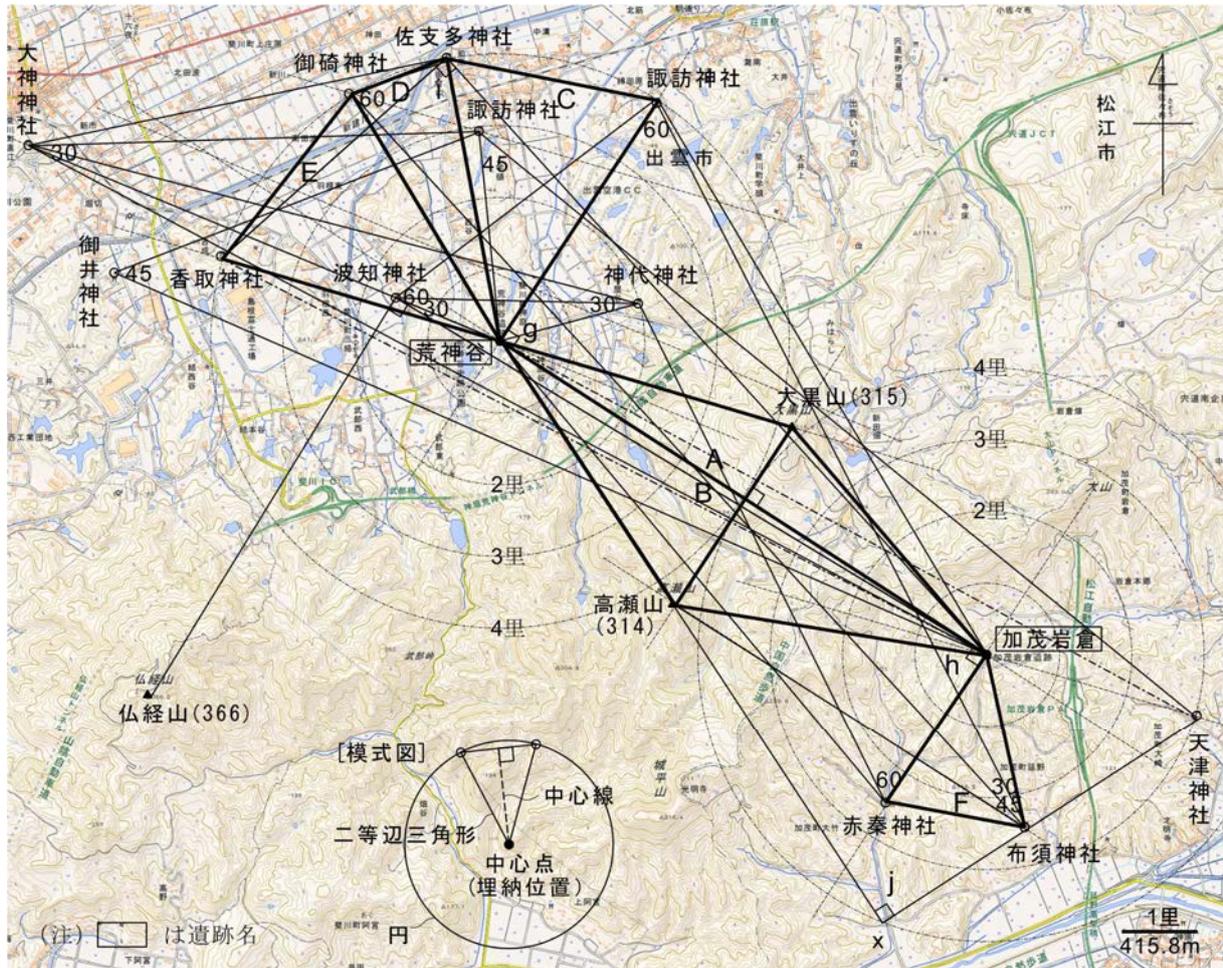


図-5 荒神谷・加茂岩倉遺跡と周辺の状況（電子国土 Web に加筆）

表-1 荒神谷・加茂岩倉遺跡と周辺地物の位置関係

記号	埋納位置と山、神社の関係	備考	記号	埋納位置と山、神社の関係	備考
埋納位置通過直線(東西軸からの角度)					
33	荒神谷-加茂岩倉	直交 33線2本	45	諏訪-御井-加茂岩倉	
57	赤秦-加茂岩倉 (大黒山-高瀬山)		57線3本		荒神谷-諏訪-天津 高瀬山-布須-加茂岩倉
17	大黒山-荒神谷-香取 天津-加茂岩倉	線3本	60	諏訪-波知-荒神谷 荒神谷-諏訪-布須 神代-赤秦-加茂岩倉	
23	大神-波知-荒神谷	線2本	二等辺三角形 角度 (最小角)		
整数里					
[荒神谷]					
2里	荒神谷-神代		A	大黒山-荒神谷-加茂岩倉	17 底辺共通
3里	荒神谷-諏訪		B	高瀬山-加茂岩倉-荒神谷	24 底辺=8里
4里	荒神谷-香取、御碕、佐支多、諏訪		C	荒神谷-諏訪-佐支多	44 2辺=4里
7里	荒神谷-仏経山		D	荒神谷-佐支多-御碕	20 2辺=4里
8里	荒神谷-加茂岩倉		E	荒神谷-佐支多-香取	43 2辺=4里
[加茂岩倉]					
3里	加茂岩倉-天津		F	加茂岩倉-赤秦-布須	47
[山同士]					
3里	大黒山-高瀬山		直角三角形		
角度					
30	佐支多-大神-加茂岩倉		g	加茂岩倉-荒神谷-諏訪	27 遺跡-山-神社-神社の並びが共通。
	神代-波知-加茂岩倉		h	荒神谷-加茂岩倉-赤秦	17 対称的
	大神-神代-荒神谷		i	加茂岩倉-(大黒山)-佐支多-香取	21 遺跡-山-神社-神社の並びが共通。
	加茂岩倉-布須-御碕		j	荒神谷-高瀬山-x-布須-天津	28 対称的
(注)・遺跡、神社の呼称は省略。					

個々の図形の持つ意味は解釈しかねるが、濃密な幾何的な関係は、測量技術の裏付けがあつてはじめて成り立つものである。当然、そこには地図も存在したと思われる。

つまり、荒神谷・加茂岩倉遺跡は、弥生時代の青銅器の出土遺跡であるばかりでなく、その埋納位置は当時行われた測量の痕跡であり、かつ地図の存在したことを物語っているのである。

## 6. 測量方法

### (1) 図式三角測量

現在も同様だが、地形測量においては、ランドマークとして、また視点場として、見通しの利く山が重要である。そして、地図を作成するためには、直線距離と角度の測定が必要である。測量器具や計算方法が未発達な段階で、どのような測量が行われただろうか。

距離については、平地における短区間の直線距離や道なりの計測は容易だが、谷や急崖が介在する区間や藪中の測定は困難である。角度については、精密な測角と三角関数の計算が必要な、数値での把握は不可能であったと考える。

こうした条件下で可能な測量方法は、図式三角測量であると考えられる。この語は一般的でないが、“平板測量”よりも測量原理を表現するのに適切であること、及び3点から相互に測角されたと考えることによる。（交会法は対象位置を2点の見通しで求める。）

### (2) 測量手順

測量手順は、現在の三角測量と基本的には同じである。図-6で説明する。

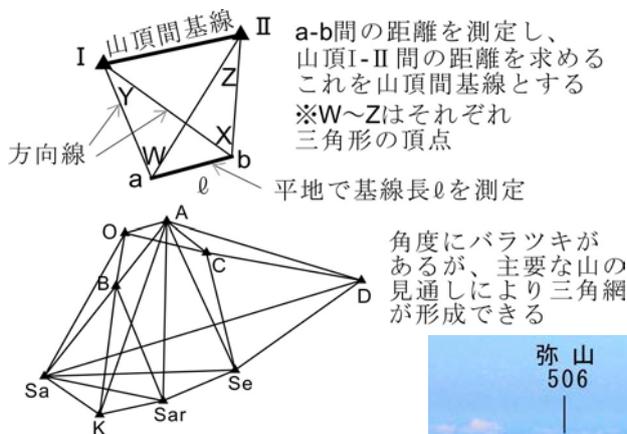


図-6 図式三角測量模式図



写真-4 大黒山と高瀬山  
(斐川公園の大神〔狼〕神社から望む)



写真-5 弥山と鼻高山 (琴引山から望む)

現地において、距離測定が容易な基線 a-b を設置して距離を測定し、縮尺を決めて図に描く。同図を用いて、山頂 I と山頂 II を見通して方向線を描く。次に、山頂 I と山頂 II に移動し、a 点と b 点に方向線を描く。四つの三角形 ( $\Delta W$ 、 $\Delta X$ 、 $\Delta Y$ 、 $\Delta Z$ ) が成立するように描けば、山頂 I と山頂 II の位置が確定し、同時に区間距離が求まる。

地図作成は弥生時代のこと（概ね中国の漢時代）とし、距離の尺度は漢尺とする。写真-4 に大黒山-高瀬山間の様子（3里=1250m）、写真-5 に弥山-鼻高山間の様子（11里

=4550m) を示した。

同様な方法で、さらに離れた山頂間の距離を求めることができる。作業を繰り返して、山頂間の三角網を形成すれば、国土全体の地形が把握できる。そう難しい作業ではない。そして、長い年月のうちには、同様な作業が何度も行われ、次第に精度が向上したことであろう。

(注) 自然のままの頂上は、樹木の繁茂により見通しがきかない。樹木の伐採が行われたことだろう。現在、見通しを軽視して行楽のために山頂部に桜等を植栽することがあるが、古代の息吹を阻害する行為である。

### (3) 距離把握上の工夫

いくつかの山頂間の距離を基準として設定しておけば、測量時に便利である。

また、現地での距離測定（歩測等）には誤差が伴うが、山頂への見通しにより距離の補正を行うことができる。風土記において、上り下りや曲折のある登山道がその記載距離に基づいて大きな差異なく地図上で復元できること（2017 年度研究報告「出雲国風土記記載の測量データの解釈：郡家と山の位置関係」参照）は、このような補正が行われた結果だと推察する。

## 7. 地図の複写・復元

では、布や紙（存在？）が貴重であった古代において、地図の複写・復元はどのようにして行われただろうか。簡単、ポータブル、かつ経済的な方法は、位置関係を記憶することである。漢字の書き順を覚えるのに似ている。

角度については、測角器具の代替として、円の分割や直角三角形などの形状により得られる角度を利用する。参考までに表-2 を示したが、別の工夫もあったことだろう。

出雲国の地図の描き順を推察する。

- ① 適当な尺度で三瓶山－大山の基線を描く。（傾き  $17^\circ$  の再現方法は不明。）
- ② 国境側に、37 里の間隔をとって基線の平行線を引く。猿政山を通る。
- ③ 島根半島側に、72 里の間隔をとって基線の平行線を引く。志谷奥遺跡、大船山を通る。
- ④ 基線上で、三瓶山から 16 里の位置で垂線を引く。国境線との交点は琴引山付近、半島線との交点は日御碕（風土記：御碕）付近となる。
- ⑤ 基線上で、④から 41 里の位置で垂線を引く。国境線との交点は猿政山、半島線との交点は三津（御津濱）付近となる。
- ⑥ 基線上で、⑤から 49 里の位置で垂線を引く。国境線との交点は船通山付近、半島線との交点は御津（御津濱）付近となる。
- ⑦ 三瓶山から北方向に線を引く。半島線との交点は、島根半島の西端追石鼻となる。
- ⑧ 国境線上の船通山付近から方位角  $30^\circ$  で半島側に線を引く。半島線との交点は、島根半島の東端地蔵崎付近となる。
- ⑨ 三瓶山から基線に  $35^\circ$  の傾きで線を引く。半島線との交点が朝日山となる。線上に仏経山、荒神谷遺跡が位置する。
- ⑩ 大山から基線に  $35^\circ$  の傾きで線を引く。⑨の線との交点に志谷奥遺跡が位置する。

こうして、出雲国の骨格が描ける。骨格に基づいて凹凸を描けば、出雲国の形状を表すことができる。骨格と山や岬等の若干のズレは、必要に応じて補正する。同様な手順で

さらに細部を描くこともできる。

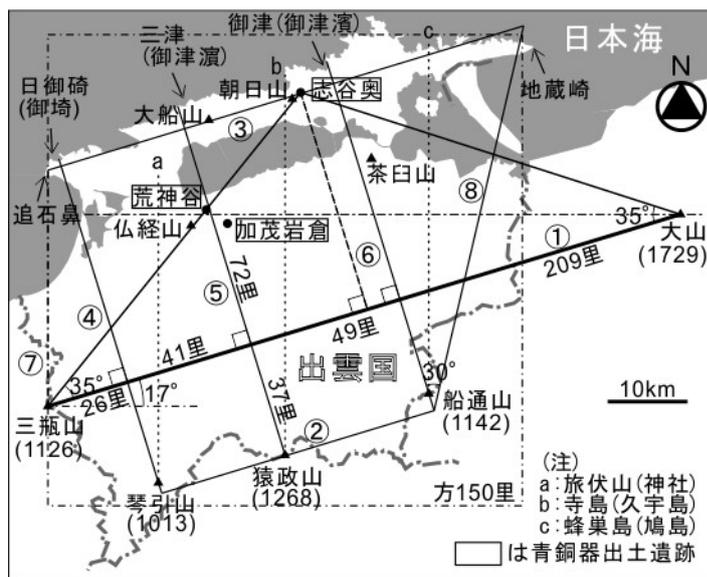


図-7 地図の複写・復元

表-2 図形や分割から求まる角度(参考)

No.	角度	備考
1	8.0	360° /45
2	9.0	360° /40
3	12.0	360° /30
4	15.0	360° /24
5	16.3	辺比 7:24:25(整数比)
6	18.0	360° /20
7	18.4	辺比 1:3:√10
8	20.0	360° /18
9	22.5	360° /16
10	22.6	辺比 5:12:13(整数比)
11	24.0	360° /15
12	25.7	360° /14
13	26.6	辺比 1:2:√5
14	28.1	辺比 8:15:17(整数比)
15	30.0	360° /12, 辺比 1:√3:2
16	31.7	黄金比
17	35.3	ルート長方形
18	36.0	360° /10, 五芒星
19	36.9	辺比 3:4:5(整数比)
20	45.0	360° /8, 直角二等辺三角形
21	60.0	360° /6
22	72.0	360° /5
23	90.0	360° /4, 直角
24	180.0	360° /2, 直線

(注)・辺比は三平方の定理( $c^2=a^2+b^2$ )による。  
・可能性を示したものである。

実際の地理と多少異ったとしても、地図がない場合やうる覚えで描くことと比較にならないほど正確である。江戸時代初頭の絵図と比較してもはるかに正確である。

つまり、西暦1世紀とされる出雲国における青銅器埋納時期には、地図が作成されかつ利用されていた可能性が高いと考えられる。なお、出雲国の大きさについて、魏志倭人伝(3世紀)に倣って表現すると方150里である。ある時期においては、こうした表現も使われたとも思われる。(稿末の参考参照。)

## 8. 原初の地図の作成時期

では、原初の地図の作成時期はいつの頃だろうか。

弥生時代は、中国・長江流域から伝わった水稲栽培により始まる。水稲栽培のためには水田の造成と灌漑施設の整備が必要であり、そのためには正確な測量が不可欠である。前述した図式三角測量及び地図作成の技術は、水田開発のための測量技術と比べ、技術レベルがそう違うと思えない。また、弥生時代の初期は中国においては戦国時代末期であり、領地の争奪には地図が使用されていた。始皇帝暗殺を企てた荊軻が謁見のために持参したのは秦から燕に亡命していた樊於期(はんおき)の首と領地割譲の証としての地図であった。同時代、中国では地図が汎用されていたのである。

つまり、出雲国の原初の地図作成は、水稲栽培が伝わった時期までさかのぼる可能性がある。この点については今後の課題としたい。測量年代を探る糸口は多少ある。

## 9. まとめ

古今を問わず、地理把握のためには地図が必要不可欠である。

出雲国風土記に記載された主要な山々は、古代出雲国の地図づくりに利用された可能

性が高い。独立峰である大山と三瓶山、出雲国最高峰の猿政山は顕著なランドマークである。また、南国境側に位置し神話の伝わる船通山と琴引山、島根半島側の朝日山は見通しがよく、かつ登りやすいので、視点場として優れる。平野部に近いカンナビ山などは、周辺の地理測量の基点となったことだろう。

古代でも可能な測量方法は、図式三角測量であり、山々相互の位置関係により国土の骨格が描ける。目立つ山頂間を基準線とすれば、任意の区間の距離測定に利用できる。

出雲国における地図作成の起源は不詳だが、1世紀とされる青銅器埋納以前、さらには出雲国草創期にさかのぼる可能性がある。

以上、古代における測量方法と伝わらなかった古地図について、神話・伝承・景観等と技術的な推理により、その存在可能性について示した。青銅器埋納の意味についても、国土の把握との関係からも検討する必要があると思われる。

### 参考文献

- 1) 藤田元春：日本地理学史、p.49、刀江書院、1942.
- 2) 小島憲之：上代日本文学と中国文学 上、p.641、塙書房、1962.
- 3) 吉田薫：出雲風土記の地理的考察：楯縫郡の郡家と神名樋山について、古代文化研究第 27 号、pp.81-88、島根県古代文化センター、2019.
- 4) 佐野大和：呪術世界と考古学、pp.326-327、続群書類従完成会、1996.
- 5) 吉田薫：『出雲国風土記』における山の高さの測定方法、土木学会論文集 D2（土木史）Vol72、No.1、pp.50-52、2016.
- 6) 吉田薫：『出雲国風土記』に載る秋鹿郡の山に関する測量データの解釈、土木学会論文集 D2（土木史）Vol74、No.1、pp10-13、2018.

### （参考）・・・方〇〇里について

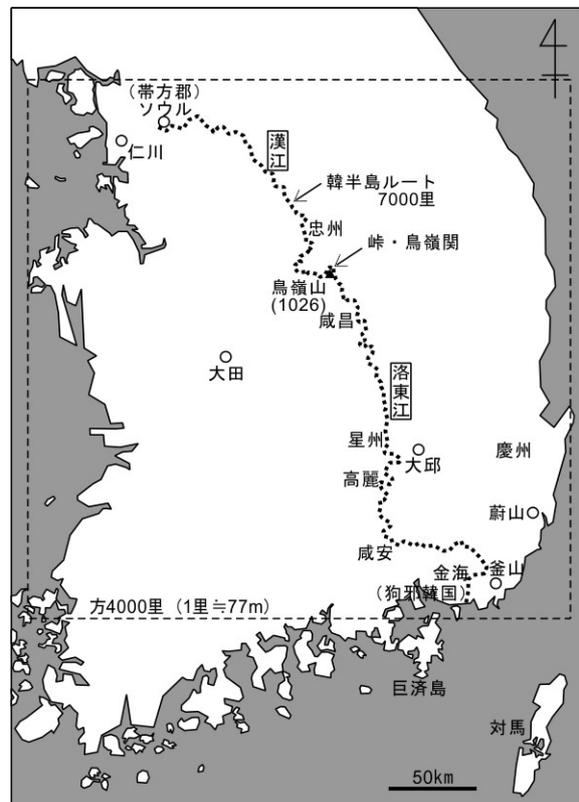
魏志韓伝・魏志倭人伝は、韓国：方 4000 里、対馬（対海国）：方 400 里、壹岐（一支国）：方 300 里としている。ここで使用されている尺度は、1 里≒77m のいわゆる短里であると思われる。

韓在帯方之南 東西以海為限南與倭接 方可四千里、以下省略。

朝鮮半島南半部においては、参図に示すようにソウル付近（帯方郡）から漢江をさかのぼり、峠越えして洛東江を下って金海（狗邪韓国）に達するルートだとすると、その距離は 7000 里となる。

從郡至倭 循海岸水行 歴韓国 乍南乍東 到其北岸狗邪韓国 七千餘里

参図 魏志韓伝記載の地理（推定）



【表紙の写真】今福線研究分科会

左上：4連アーチ

右上：5連アーチ

左下：目の字ラーメン橋

右下：宇都井駅にて記念撮影

島根県技術士会 令和3年度研究報告

令和4年1月22日発行

編集発行者：島根県技術士会

URL <http://peshimane.net/>

印 刷：島根印刷株式会社

