

## 世界文化遺産のフィールドー 「紀伊山地の霊場と参詣道」に係わる自然環境について

苗村 晶彦・奥田 知明<sup>1</sup>

総合教養センター

### はじめに

わが国の世界遺産は、2019年7月に大阪府堺市、羽曳野市および藤井寺市に点在する「百舌鳥・古市古墳群」が世界文化遺産に登録されたのに続いて、2021年7月に「北海道・北東北の縄文遺跡群」が世界文化遺産となり日本で20件目、「奄美大島、徳之島、沖縄島北部及び西表島」が世界自然遺産となり日本で5件目となった。2021年の世界文化遺産は北海道および青森県の両県であり、世界自然遺産は鹿児島県および沖縄県の両県に跨る世界遺産登録となり、都道府県同士のタッグによる"合わせ業"となる、所謂シリアル・ノミネーションが近年の世界遺産のトレンドでもある。シリアル・ノミネーションとは、広域に点在するいくつもの資産をひとつのストーリーで結びつけ、同一の枠にまとめることを指す<sup>1)</sup>。

わが国においてその先駆けのような和歌山県、奈良県および三重県の3県にまたがるのが2004年7月に登録された「紀伊山地の霊場と参詣道」（以下、「紀伊山地」と表記）である。わが国において、1993年12月に文化遺産で「姫路城」、「法隆寺地域の仏教建造物」、自然遺産で「屋久島」、「白神山地」の合計4件が世界遺産として登録されてから、「紀伊山地」は12件目の世界遺産となり、わが国では21世紀最初の世界遺産となった。

世界遺産「紀伊山地」には、国宝4件、重要文化財23件の建造物をはじめ、史跡7件、史跡・名勝1件、名勝1件、名勝・天然記念物1件、天然記念物4件、合計41件にのぼる多種多様な文化財が含まれ、3県にまたがる構成資産（コア・ゾーン）の面積は

495.3haと広大である<sup>2)</sup>。例えば、1999年12月に登録された「日光の社寺」の資産は50.8haであり、「紀伊山地」は約10倍も有する。

日本の世界文化遺産の多くは森林と関係がある<sup>3)</sup>。わが国の森林の面積は67%であるが、「紀伊山地」を構成する和歌山県、奈良県および三重県の森林の割合はそれぞれ76%、77%および64%となる。ちなみに、都道府県別で最も森林面積の割合が高いのは、高知県の84%である。森林からのアウトプットとしては、重要な自然環境としての指標が森林溪流水質であろう。例えば、渓流水中の電気伝導度（EC）は、首都圏（1都7県）の丘陵地を源流とするところでも、平水時において源流の代表値としてECは有効だと考えられている<sup>4)</sup>。

われわれにとって一番身近な物質は空気と水であろう。そして、われわれの生命に最も関係深い物質である<sup>5)</sup>。また世界遺産登録はゴールではなく、登録後の保存と活用の在り方が課題になっている<sup>6)</sup>。近年は越境汚染の報告も散見されるが<sup>7)</sup>、紀伊半島は本州中央部から南側の太平洋へ突き出る日本最大の半島であり、地理的に中国からの越境汚染を受けにくいと推測され、かつ半島の南部は大都市からも離れている為に人為的汚染を受けにくい地域と考えられる<sup>8)</sup>。2013年度までは、紀伊半島の先端・潮岬において酸性雨調査が行われており、近年のデータとして2011年度および2012年度の紀伊半島南端・潮岬における降水中の $\text{NO}_3^-$ 濃度の加重平均濃度はそれぞれ $6.8\mu\text{M}$ および $8.9\mu\text{M}$ であった<sup>9)</sup>。第6次酸性雨全国調査における2016年度の調査<sup>10)</sup>において、湿性イオン成分の $\text{NO}_3^-$ 濃度の加重平均濃度で島根県の松江で $21.7\mu\text{M}$ だったので、潮岬における低濃度が分かる。その降水中の濃度状況を反映してか、

<sup>1</sup> 慶應義塾大学理工学部

紀伊半島南部の基盤岩は約1億3000万年前の中生代白亜紀から新生代古第三紀にかけて形成された四万十帯で、その四万十帯における古座川水系源流域の渓流水中の $\text{NO}_3$ 濃度のほとんどが検出限界以下の値であった<sup>8)</sup>。したがって、紀伊山地南部は、わが国における森林渓流水の中でも特筆すべき清浄な渓流水であろう。

本研究では、紀伊半島に広がる「紀伊山地」に係わる背景や自然などに触れながら、その周辺の空気環境および渓流水質について調べ、世界文化遺産のフィールドの背景にある自然環境の状況を探求した。

## 1. 「紀伊山地の霊場と参詣道」について

紀伊山地の多くを占める和歌山県は、気候が温暖で雨量が多く、県域の大部分を山地が占めるため、良質の材木を多数産出することから「木の国」と呼ばれ、やがて「紀伊国」と書かれるようになり、『日本書記』において、これを「きのくに」と読んでいる<sup>11)</sup>。紀伊山地の構成は紀伊半島となるが、近畿地方の内、紀ノ川と楠田川を結ぶ中央構造線以南部分で、半島南部の熊野に代表されるように、山地は壮年期の深山で、これが海岸にまで迫り、盆地や流域平野に乏しく、延長1,200kmに及ぶ海岸線にも平野らしい平野はない<sup>12)</sup>。また、紀伊半島の気候は黒潮の影響で温暖であり、大台ヶ原山が日本最多雨地帯であるように、主として南部は雨量が豊富で、吉野、熊野の豊かな山林地帯を育てた<sup>12)</sup>。

「霊場」については、紀伊山地の各霊場は名実ともにわが国を代表する山岳霊場となっており、その影響は全国に及んで、日本人の精神的・文化的な側面における発展と交流そのものに、極めて重要な役割を果たしている<sup>2)</sup>。浄土信仰の聖地として熊野詣は中世の人々を惹きつけてきた。この世界遺産の核心的価値は「日本古来の自然崇拜に根ざした神道と中国大陆や朝鮮山地から伝来した仏教の融合」、すなわち「神仏習合」にある<sup>13)</sup>。仏教については特に日本で流行した一乗仏教、つまりの法華経系の大乗思想では、人間ばかりかすべての動植物に仏性が宿っていて、すべての生きとし生けるものは成仏することができるという点にその特徴があった<sup>14)</sup>。人間ばかりかすべての動植物から山・川・国土までも仏に

なれるという考え方そのものは日本でできたものと、元京都市立芸術大学学長の哲学者・梅原猛氏は考えている。

「参詣道」として、熊野古道は、聖地・熊野にある熊野三山（本宮大社、速玉大社、那智大社）を目指す信仰の道であり、主に以下の6つの道を指す。世界遺産となった道は紀伊路を除く5つの道である。

紀伊路（京～田辺）

小辺路（高野山～熊野三山、約70km）

中辺路（田辺～熊野三山）

大辺路（田辺～串本～熊野三山、約120km）

伊勢路（伊勢神宮～熊野三山、約170km）

大峰奥駈道（吉野～熊野三山）

距離については、小穴（2005）を参考にした<sup>15)</sup>。紀伊路については、京から舟で淀川を大坂まで下る<sup>16)</sup>。熊野は隠国であり、黄泉の国を意味し、他には十津川路や北山路も熊野古道としては存在した<sup>17)</sup>。

世界文化遺産となっている道は、サンティアゴ・デ・コンポステーラの巡礼路がある。キリスト教十二使徒のひとりヤコブの墓の上に建てられたサンティアゴ・デ・コンポステーラへは、トゥールの道（パリから）、リモージュの道（ヴェズレーから）、ル・ピュイの道（ル・ピュイから）、トゥールーズの道（サン・ジルから）の4つの道を発し、イベリア半島へと続く<sup>18)</sup>。長い道を歩く世界遺産の巡礼路は、上記のサンティアゴ巡礼路と熊野古道の2例しかないが、この二つの道は、宗教的な場に王権が介入して巡礼路として整備し、後に民衆信仰によって支えられ、一度は廃れてしまったがまた世界遺産となるという相似がみられる<sup>19)</sup>。

このように、温暖で降水量が多い紀伊半島に緑深き森林が育まれ、中世は京からの熊野詣への険しい巡礼路が、神が宿ると考えられた紀伊山地の熊野三山を目指すゴールとなり、さまざまルートが現存する世界的にも希少価値の高い世界遺産といえよう。

## 2. 三重県熊野における空気環境

近年の空気環境は、二酸化硫黄（ $\text{SO}_2$ ）および窒素酸化物（ $\text{NO}_x$ ）は改善されてきたが、オキシダン

ト (Ox) は環境基準を満たさないケースが多い。Ox の環境基準は 1 時間値で 60ppb 以下であるが、例えば新潟県佐渡測定局にて 2015 年 3 月 21 日～2018 年 3 月 20 日における 3 年間では 1,296 件環境基準を越えていた<sup>20)</sup>。ちなみに、Ox の大部分は O<sub>3</sub> であるので、以降 O<sub>3</sub> と表記する。成層圏 O<sub>3</sub> がわれわれの生活を守る役割を果たすのに対し、対流圏 O<sub>3</sub> はわれわれの生活に影を落とす。対流圏では、その名前の通りさまざまな運動によって、その中の空気がよくかき混ぜられているのが特徴である。その対流圏 O<sub>3</sub> は、主に成層圏由来と人為起源由来の 2 種類ある<sup>21)</sup>。成層圏 O<sub>3</sub> は生成されるべき“善玉”であるが、対流圏 O<sub>3</sub> は減少した方がよいという“悪玉”となる。

例えば、2019 年において光化学スモッグ注意報が 1974 年の観測以来最多を更新する 33 都府県を記録したが<sup>8)</sup>、2020 年においては半分以下となる 15 都府県となった<sup>22)</sup>。発令延べ日数についても、2019 年は 99 日、2020 年は 45 日と半分以下となった。中国から日本への越境汚染の報告においても、長崎福江島における大気観測では微小粒子状物質および O<sub>3</sub> の観測において減少していた<sup>23)</sup>。このことから 2020 年は、越境輸送される大気汚染物質の濃度が減少したと推測され、COVID-19 の影響も考えられている<sup>23)</sup>。

2020 年までの 21 世紀中の光化学スモッグ注意報発令の都府県別の延べ日数を表 1 に示す<sup>20)</sup>。表のように、光化学スモッグ注意報は首都圏を中心に発令されているが、昨今は中国大陆からの影響も報告され<sup>7)</sup>、瀬戸内地方にもホットスポット的に及んでいる可能性がある。例えば、瀬戸内にある香川県の離島で、岡山県に近い直島では首都圏の中心地・東京タワーとほぼ同じ程度の O<sub>3</sub> 濃度であった<sup>24)</sup>。

表 1. 2001～2020 年における都府県別光化学オキシダント注意報の合計発令のべ日数<sup>20)</sup>

1 位	埼玉県	332 日
2 位	千葉県	269 日
3 位	東京都	256 日
4 位	神奈川県	187 日
5 位	大阪府	176 日
6 位	茨城県	155 日
7 位	栃木県	153 日
8 位	群馬県	151 日
9 位	山梨県	108 日
10 位	岡山県	102 日

そこで、「紀伊山地」周辺の自然環境を探求する上で、「紀伊山地」における O<sub>3</sub> 濃度について解析することは重要である。「紀伊山地」地域で、最も南端で大気観測常時観測が行われているのは、三重県熊野であるが、解析の対象地はその熊野市立本木中学校（北緯 33.8917 度、東経 136.0928 度、標高 20m）とした。また、1 年という単位は太陽を中心として地球が公転する周期であるが、濃度の季節変動も太陽を中心として考えることがよりよく解析しやすいと考えられ<sup>25, 26)</sup>、濃度の変動解析は太陽黄経 15 度毎による太陽暦でもある二十四節気別で行った。また二十四節気は毎年同じ時季に同じ節気が来ることや、節気の間隔が約 15 日と一定しており、半月毎の季節変化に対応できているので、農業や生活の目安として便利なものである<sup>26)</sup>。

解析した時期は、2015 年 3 月 21 日（春分点）から 2018 年 3 月 20 日までの 3 年間とした。具体的な二十四節気の期間については、二十四節気別で解析した報告<sup>27)</sup>を参照されたい。解析に使用したデータは各自治体が設置している大気常時監視測定局の測定結果とした。また、欠損値は除外して解析を行った。尚、Ox 値は O<sub>3</sub> 値とした。また、首都圏の中心地である東京タワー（北緯 35.6586 度、東経 139.7456 度、標高 25m、高度 25m）との同時期の解析結果<sup>27)</sup>との比較を行った。

その結果、熊野の O<sub>3</sub> 濃度の全平均値は 34.5ppb となっている。参考として、東京タワーは 27.5ppb となっている<sup>27)</sup>。また、1 時間値の最高値としては、熊野および東京タワーにおいてそれぞれ 101ppb および 143ppb となっている。環境基準については、調査した期間においては環境基準を越えているケースが 1,395 件あった。また、表 2 には熊野および東京タワーにおける O<sub>3</sub> 濃度の 1 時間値の 1 日平均値の上位 5 日を記載した。表にはその日の二十四節気も併せて記載した。総じて、熊野と東京タワーにおいては 1 日平均値の高濃度は同程度であった。熊野では 2017 年 5 月 1 日に 69.3ppb となっている。また、熊野では次いで 2015 年 5 月 27 日に高かったが、この日は東京タワーにおいて最も高い 64.1ppb だった。そこで、2015 年 5 月 27 日における時間変動を図 1 に示した。熊野においては 18 時まで高濃度状態であっ

た。米子における同時期の  $O_3$  解析においても、最も高かった 1 時間値は 2015 年 5 月 27 日 20 時の 110 ppb であり<sup>27)</sup>、この時に越境汚染の影響が広く日本へ影響を及ぼした可能性が高い。

表 2. 熊野および東京タワーにおける  $O_3$  濃度の 1 日平均値の上位 5 日

熊野			東京タワー		
2017.5.1	穀雨	69.3 ppb	2015.5.27	小満	64.1 ppb
2015.5.27	小満	68.8 ppb	2016.5.5	立夏	63.7 ppb
2017.6.16	芒種	68.1 ppb	2017.5.20	立夏	62.4 ppb
2017.5.12	立夏	65.7 ppb	2017.5.21	小満	62.1 ppb
2017.4.30	穀雨	64.4 ppb	2017.4.15	清明	59.8 ppb

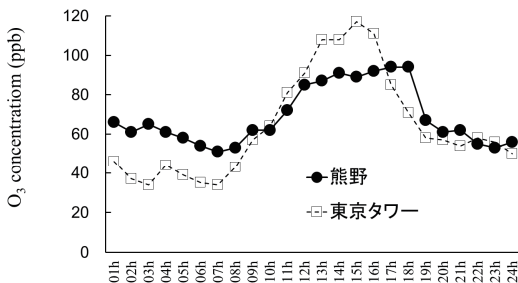


図 1. 2015 年 5 月 27 日の熊野および東京タワーにおける  $O_3$  の時間変動

そこで、NOAA HYSPLIT Model<sup>28)</sup> により作成した後方流跡線を図 2 に示した。図の後方流跡線の終点時は図で移流が続いたと推測される 5 月 27 日 18 時（協定世界時 9 時）とした。図から判断できることは、熊野における高度 250 m は 7 日前に高度 5,000 m を越えている為、オゾン層下層からの  $O_3$  の供給が考えられる。また、熊野における高度 500 m は中国大陸のチンタオ（青島）近辺の影響を受け、両者は長崎県対馬付近から島根県を通過し、瀬戸内海を渡り、熊野に到達している。島根県および鳥取県において光化学スモッグ注意報が観測史上初めて発令されたのは 2019 年 5 月 23 日であるが<sup>8)</sup>、2015 年 5 月 27 日にも光化学スモッグ注意報発令に近いレベルの  $O_3$  が観測され、 $O_3$  気塊の移流が考えられる。

NOAA HYSPLIT MODEL  
Backward trajectories ending at 0900 UTC 27 May 15  
GFS Meteorological Data

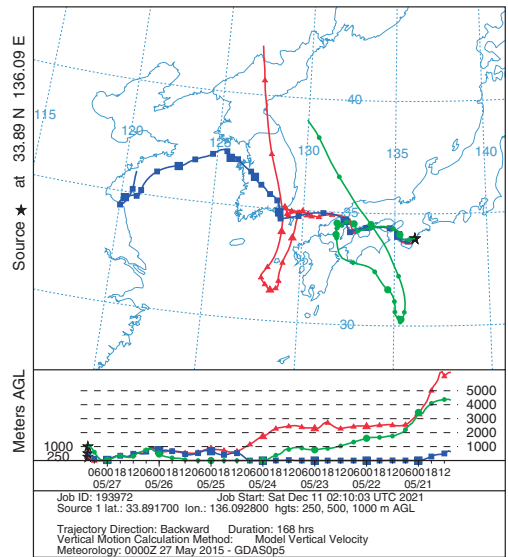


図 2. 2015 年 5 月 27 日 18 時の熊野における NOAA HYSPLIT Model による後方流跡線解析（緑：高度 1,000 m, 青：高度 500 m, 赤：高度 250 m）

熊野および東京タワーにおける二十四節気別の濃度変動（2015 年 3 月 21 日～2018 年 3 月 20 日）を図 3 に示す。熊野および東京タワーにおいては平均濃度についてはほぼ同じであったが、その季節変動には白露から立春にかけて違いが見られた。熊野においては、最高値は立夏（5 月 5～20 日）の 49.9 ppb、最低値は小雪（11 月 22 日～12 月 6 日）の 30.1 ppb となっている。東京タワーについては立夏で最も高くなっているが、これは一般的にも  $O_3$  は立夏で最も高くなる傾向にある。

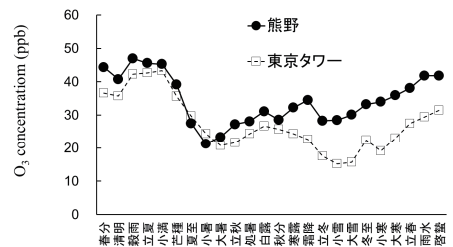


図 3. 熊野および東京タワーにおける二十四節気別の  $O_3$  の季節変動（2015 年 3 月 21 日～2018 年 3 月 20 日）



O<sub>3</sub>は総じて成層圏等からの沈降と、対流圏における光化学反応で生成され<sup>29)</sup>、日本域における対流圏下部でのO<sub>3</sub>濃度の上昇には、①地域内からの汚染物質による局所的な生成、②大陸からの越境汚染、③成層圏O<sub>3</sub>の降下の大きく3つの原因<sup>30)</sup>が考えられる。熊野の観測地点は標高も低く、汚染地域からも遠いため、なぜ東京タワーよりも高くなるのかは検討していく必要がある。また、後述する那智川水系や古座川水系にもO<sub>3</sub>の大気常時監視測定局を設置することが重要である。

### 3. 「紀伊山地」に係わる渓流水質

山地や丘陵を源流とし、海に流入する河川は、国土の多様性や特徴を映し出す鏡である<sup>4)</sup>。そして源流域に相当する渓流水は、最終的に海に到達するまで、さまざまな生物に生息する場を与え生命を支えている<sup>31)</sup>。全ての渓流水の液体の元は降水であるが、天然水中、最も綺麗な降水は、地表に到達する過程で空気中のエアロゾルと接触があり、森林の樹木に付着する“乾性沈着”の影響を受けながらその水質は変化する。例えば、大気汚染物質のNO<sub>x</sub>から酸化反応したNO<sub>3</sub>がその降水に溶け込む。そのような樹木等の影響を受けた雨水は森林生態系の中の物質循環に取り込まれ、地質の影響も受けて地下水や渓流水等となっていく。

そこで、「紀伊山地」に係わる那智川水系の渓流水質を調べ、森林の状況を探った。那智大滝は世界文化遺産の構成資産でもある(図4)。那智大滝は“日本滝百選”かつ“平成の名水百選”であるが、落差133mの日本を代表する名瀑中の名瀑であり、烏帽子岳(標高909m)をはじめとする大雲取連山の清水を集める那智川本流が、大岩壁を勇壮に駆け下る滝で、遠く海上からも遠望できるほどのスケールである<sup>32)</sup>。

調べた時期は2018年8月17～19日である。また、参考として古座川水系源流域の渓流水および紀伊大島の値も参考として示す。古座川は大塔山(標高1,122m)を水源とする二級河川で、“日本の秘境100選”かつ“平成の名水百選”に選定されている。その流域のハリオ谷については既報<sup>8)</sup>であるが、ハリオの滝(図5)は落差20mで、一枚岩をくり抜いた

ような甌穴上の滝壺を携える。また、小川水系大谷は、大谷古座川町直見地区大谷湿田に世界で最も小さいトンボの一種であるハッチョウトンボ *Nannophya pygmaea* が1992年に直見地区の休耕田で確認され<sup>33)</sup>、その上流に相当する。近年ではハッチョウトンボの生息に適した湿地が少なくなり、全国的に減少傾向にあるが、もともと湿田であった場所であれば耕起を行うことでハッチョウトンボの生息地を作り出すことは比較的容易であると考えられている<sup>34)</sup>。



図4. 世界文化遺産の構成資産・  
那智大滝(2018年8月17日)



図5. 四万十帯におけるハリオの滝  
(2018年8月18日)

採取した試料については、ADVANTEC 社のメンブランフィルター（ポアサイズ $0.45\mu\text{m}$ ）で濾過した後、EC はコンパクト電気伝導率計（堀場製作所）で測定し、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ および $\text{Ca}^{2+}$ については、イオンクロマトグラフ（島津製作所）を用いて測定した。渓流水質の変動については、広域の多摩川水系源流域における通年調査における $\text{NO}_3^-$ 濃度の変動係数は $14.0\sim 50.0\%$ の範囲で平均 $26.7\%$ であり、平水時に関する限り1回のデータでもかなり高い時間代表性であることが論じられている<sup>35)</sup>。また、渓流水中の $\text{Cl}^-$ 濃度については、特に時間代表性があることが論じられている<sup>36, 37)</sup>。

「紀伊山地」周辺の渓流水等の水質の結果について、表3に示した。EC はイオンの指標であるが、那智川水系の平均（ $n=4$ ，以下同様）は $28\mu\text{S}/\text{cm}$ となった。日本三大清流に数えられる四万十川の源流が $29\mu\text{S}/\text{cm}$ であり<sup>4)</sup>，その四万十川源流に比肩するほど那智川水系の渓流水のECは低かった。

溶存成分の陰イオンでは、 $\text{Cl}^-$ 濃度について、那智川水系の平均は $63.6\mu\text{M}$ となった。わが国の渓流水質の広域調査<sup>38)</sup>で和歌山県の平均（ $n=31$ ）である $119\mu\text{M}$ ，全国の平均（ $n=1,278$ ）である $120\mu\text{M}$ と比べて、半分ほどであった。 $\text{NO}_3^-$ 濃度について、すべてのデータで検出限界値以下となった。 $\text{SO}_4^{2-}$ 濃度について、那智川水系の平均は $23.0\mu\text{M}$ となった。わが国の渓流水質の広域調査<sup>39)</sup>で和歌山県の平均である $90.1\mu\text{M}$ ，全国の平均である $60.1\mu\text{M}$ と比べて非常に低濃度であることが分かる。

溶存成分の陽イオンでは、 $\text{Na}^+$ 濃度について、那智川水系の平均は $133\mu\text{M}$ となった。わが国の渓流水質の広域調査<sup>38)</sup>で和歌山県の平均である $262\mu\text{M}$ ，全国の平均である $216\mu\text{M}$ であり，これも $\text{Cl}^-$ 濃度

と同様に半分ほどであった。 $\text{K}^+$ 濃度については、那智の滝の上流では検出限界値以下であった。植物の栄養は窒素（N），リン（P），カリウム（K）が三要素であるが、 $\text{NO}_3^-$ 濃度および $\text{K}^+$ 濃度が検出限界値以下であることは、「紀伊山地」に係わる那智川水系源流域においては、大気中のNやKをどんどん取り込みアウトプットとして流出しない健全な森林生態系の物質循環が成されているといえる。特に、Nについては首都圏を中心に報告される森林の窒素飽和問題<sup>39)</sup>とは全く異質の状況である。硬度についても、那智川水系の平均 $4.94\text{mg}/\text{L}$ と特筆すべきであるほど非常に低濃度であり、特に那智川水系の本谷の $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比は $0.29$ と値が低く、相対的に $\text{Ca}^{2+}$ 濃度が非常に低い。和歌山県の紀南地方に“牟婁病”という神経難病とされる風土病があり、その原因の一つに古座川の $\text{Ca}^{2+}$ や $\text{Mg}^{2+}$ などのミネラルの含有率が、日本の他の河川に比べてかなり低かったことにある<sup>40, 41)</sup>。古座川は“平成の名水百選”であり、清流そのものではあるが、ミネラルが少なすぎるという点で問題視され、那智川水系源流域においても同様に非常に低濃度であった。

このように那智川水系および古座川水系の渓流水質ではその溶存成分は非常に低濃度ということがよく分かる。ただ、森林の窒素飽和問題や、アジア大陸からの越境汚染の影響を調査する際には、低濃度の代表としてコントロール的な意味合いを内包する世界文化遺産のフィールドといえるであろう。

## おわりに

一，五感で感受し，六感で磨き，その深さを増す内に秘めたる，地域の個性，地域の誇り，それが風土なり

表3. 「紀伊山地」周辺の渓流水等の水質

水系あるいは島嶼	採取した渓流水等	採取年月日	緯度	経度	EC ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	$\text{Cl}^-$ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{NO}_3^-$ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{SO}_4^{2-}$ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{Na}^+$ ( $\mu\text{M}$ )	$\text{K}^+$ ( $\mu\text{M}$ )	硬度 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Na}^+/\text{Cl}^-$ 比	$\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比
那智川水系	那智の滝上流・本谷	2018年8月17日	33.6766	135.8868	25	57.9	—	20.4	115.8	—	3.25	2.00	0.29
那智川水系	那智の滝上流・西ノ谷	2018年8月17日	33.6763	135.8865	26	64.1	—	22.7	138.0	—	5.63	2.15	0.88
那智川水系	東ノ谷	2018年8月17日	33.6761	135.8991	36	72.8	—	29.6	150.6	0.57	5.94	2.07	0.73
那智川水系	飛瀧神社・延命長寿の水	2018年8月17日	33.6737	135.8883	25	59.6	—	19.4	126.7	1.21	4.93	2.13	0.97
古座川水系	ハリオ谷	2018年8月18日	33.7156	135.7310	25	46.4	—	24.0	153.8	—	4.27	3.32	0.74
古座川水系	まぼろしの滝	2018年8月18日	33.6832	135.7025	26	53.6	—	15.7	184.5	—	4.45	3.44	0.70
古座川水系	小川水系大谷	2018年8月19日	33.5520	135.7839	48	117.0	—	69.0	313.0	7.22	13.80	2.68	0.74
紀伊大島	雷公神社横の渓流水	2018年8月19日	32.4620	135.8491	157	1038.3	—	78.5	1368.4	92.19	29.77	1.32	0.49

一、そこに住む人々の深き思いに、思いの度合いに応じ答えてくれ、他の地の者が違いを認知すればより光る。地域の個性、それが風土なり

一、地域の人々の心を豊かに育み、その地の文化の華を咲かせてくれる、鳳の羽ばたき、それが風土なり

一、永久の時の流れで形成され、自己の存在を認識させてくれる外界、自己了解のもと、自己の自由なる形成に向かわせてくれる外界、それが風土なり

一、そこに住む人々とその地が発し、人々の感性を揺り動かす、そこはかたなく漂う、ほのかなゆかしい波動、それが風土なり

上記は『治水の名言』における五訓シリーズの風土五訓<sup>42)</sup>であるが、世界文化遺産に登録された「紀伊山地」に活火山はなく、我が国の基盤岩においても相対的に新しい四万十帯に神々しい森林が広がる豊かな風土に、先人が目指した難行の熊野詣の道が存在する。実際に、参詣道を歩くと第六感が刺激され、太古から自然を神格化したその森林生態系の豊かさに圧倒され、島国・日本の中でも緑溢れる大地として、その奥深さを感じずにはいられない。

その四万十帯は、その名を四国の四万十川に由来し、関東山地から南アルプス、紀伊山地、四国山脈を経て九州南部まで続く地質帯である。南アルプスなら北岳、赤石岳、仙丈ヶ岳であり、関東山地なら雲取山や三頭山、高尾山となる。紀伊半島では、高野山や護摩壇山、更に南部の大塔山など熊野地方の山々である。今回、世界文化遺産「紀伊山地」の構成資産の高野山には触れていない。空海（774年生）が797年に直筆した書『聲響指帰』が国宝として存在するなど真言密教の一大聖地・高野山だけでも、1つのストーリーが記載できるほどの奥深さが宿る。また、那智大滝および大塔山が水源の古座川と並んで“平成の名水百選”である熊野川（川の古道）の水系も調べてはいない。それだけ、世界文化遺産「紀伊山地」は大きく深く広い豊かな世界が広がる。

しかしながら、紀伊徳川藩による山林規制が解除された明治以降、熊野川流域で濫伐が進み、森林荒廃によって大水害を引き起こした歴史がある<sup>13)</sup>。世界遺産「紀伊山地」は、東アジアにおける宗教文化

の交流と発展を例証する形が認められたが、今回解析した結果から、東アジアからの越境汚染の影響も垣間見られた。世界遺産のフィールドとして、那智川水系源流域では清流が確かめられたが、貴重な世界文化遺産のフィールドにおける空気環境ならびに水環境のデータを継続かつ粒さに蓄積していくべきである。

## 参考文献

- 1) 中村俊介（2019）世界遺産—理想と現実のはざままで。246pp, 岩波書店。
- 2) 小田誠太郎（2010）世界遺産「紀伊山地の霊場と参詣道」—その足跡と課題。調査研究情報誌, 26, 24-30。
- 3) 黒田乃生（2009）日本の世界文化遺産における森林の現状に関する考察。日本ランドスケープ研究, 72, 645-650。
- 4) 森本洋一・猪狩彬寛・齋藤圭・山形えり奈・竹本統夫・苗村晶彦・小寺浩二（2022）多様な河川における水質特性の把握—EC（電気伝導度）の変動係数に着目して。人間生活文化研究, 32, 46-61。
- 5) 苗村晶彦（2018）生活環境と酸素およびオゾン。In 現代公益学会（編）公益叢書第六輯 公益法人・NPO 法人と地域。232pp, 文眞堂。201-217。
- 6) 古田陽久（2008）日本における世界遺産教育の現状と課題。地球環境, 13, 23-32。
- 7) 大原利眞・鶴野伊津志・黒川純一・早崎将光・清水厚（2008）2007年5月8、9日に発生した広域的な光化学オゾン汚染—オーバービュー。大気環境学会誌, 43, 198-208。
- 8) 苗村晶彦・初山守・奥田知明（2021）降水中のNO<sub>3</sub>濃度が低い四万十帯における渓流水質。環境科学会誌, 34, 40-45。
- 9) 環境省—越境大気汚染・酸性雨長期モニタリング報告書（平成20～24年度）  
<http://www.env.go.jp/air/acidrain/monitoring/rep3.html>（2020年8月18日閲覧）
- 10) 岩崎綾・久恒邦裕・堀江洋佑・西山亨・宮野高光・北岡宏道・木戸瑞佳・濱村研吾・三田村徳子・山口高志・横山新紀・佐藤由美・松本利恵・



- 山添良太・家合浩明・仲井哲也・宇野克之・紺田明宏 (2018) 第6次酸性雨全国調査報告書 (平成28年度). 全国環境研会誌, 43, 79-119.
- 11) 大宮守友・小山馨城 (編) (1998) 奈良県・和歌山県の不思議事典. 967pp, 小学館.
- 12) 相賀徹夫 (編) (1985) 日本大百科全書 6. 246 pp, 岩波書店.
- 13) 田中滋・寺田憲弘 (編) (2021) 聖地・熊野と世界遺産. 317pp, 晃洋書房.
- 14) 梅原猛 (1985) 日本の深層文化—ブナ帯に生きた人々の世界観. In 梅原猛・安田喜憲・南木睦彦・岡本素治・渡辺誠・市川健夫・太田威・石川純一郎・中川重年・斎藤功・大場達之・西口親雄・泉祐一・四手井綱英 (著) ブナ帯文化. 291pp, 思索社. 15-27.
- 15) 小穴康二 (編) (2005) 世界遺産紀伊山地—熊野古道を行く. 143pp, 世界文化社.
- 16) 原畑由美子 (編) (1999) 熊野古道を歩く. 143 pp, JTB.
- 17) 中庄谷直 (1995) 関西 山越の古道 (中). 237 pp, ナカニシヤ出版.
- 18) 宮崎正勝 (監) (2013) 世界遺産でわかる世界の歴史. 207pp, 平凡社.
- 19) 大原志麻 (2021) 熊野古道とサンティアゴ巡礼路—「二つの道の巡礼者」の比較. 四国遍路と世界の巡礼, 6, 12-22.
- 20) 苗村晶彦・奥田知明・小寺浩二・長嶋俊介 (2022) 佐渡島におけるオゾン濃度の季節変動および夜間高濃度. 島嶼研究, 23, 印刷中.
- 21) 中西準子・篠崎裕哉・井上和也 (2009) オゾン—光化学オキシダント. 289pp, 丸善.
- 22) 苗村晶彦 (2022) 関東の河川における SDGs に関する環境. In 現代公益学会 (編) 公益叢書第七輯 SDGs とパンデミックに対応した公益の実現. 280pp, 文眞堂. 250-265.
- 23) 吉野彩子・高見昭憲 (2020) 長崎福江島における大気質観測—COVID-19による越境大気汚染への影響. 大気環境学会誌, 55, 248-251.
- 24) 苗村晶彦・河田知子 (2018) 瀬戸内の島—香川県直島における水道現況と空気環境. 戸板女子短期大学研究年報, 61, 43-49.
- 25) Naemura, A., K. Nakamura and Y. Watanabe (2016) NO<sub>2</sub> concentrations in Chigasaki City according to the 24 seasonal divisions in a lunar calendar year. The Fifth International Conference on Human-Environment System. USB version.
- 26) 苗村晶彦・福岡義隆 (2017) 太陽黄経による季節区分と大気環境の問題. 戸板女子短期大学研究年報, 60, 55-64.
- 27) 苗村晶彦・斎藤圭・奥田知明・小寺浩二 (2021) 源流と河口の環境—鳥取県加勢蛇川を事例として. 流域圏学会誌, 8, 2-9.
- 28) NOAA, Air Resources Laboratory, Advancing Atmospheric Science and Technology through Research <https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php> (2021年12月11日閲覧)
- 29) 溝口次夫・光本茂記・西川雅高 (1989) 日本列島を覆う対流圏下層オゾンの動態に関する研究. 環境科学会誌, 2, 87-99.
- 30) 板橋秀一・弓本桂也・鶴野伊津志・大原利眞・黒川純一・清水厚・山本重一・大石興弘・岩本眞二 (2009) 2007年春季に発生した東アジア域スケールの広域的越境汚染の化学輸送モデルCMAQ による解析. 大気環境学会誌, 44, 175-185.
- 31) 徳地直子 (2007) 森をめぐる物質循環. In 京都大学フィールド科学教育研究センター (編) 森里海連環学. 364pp, 京都大学学術出版会. 29-42.
- 32) 北中康文 (2006) 日本の滝 2 西日本767滝. 495 pp, 山と溪谷社.
- 33) 本州最南端の清流のまち・古座川町観光協会—直見のハッチョウトンボ <https://kozagawakanko.jp/tourism/289/> (2022年1月8日閲覧)
- 34) 上田哲行・木下栄一郎・石原一彦 (2004) 丘陵湿地に生息するハッチョウトンボの場所利用と生息場所の保全について. 保全生態学研究, 9, 25-36.
- 35) 楊宗興 (2002) 陸水学の視野を広げる：陸域研究との相互作用. 陸水学雑誌, 61, 166-167.



- 36) 苗村晶彦・渡邊善之・小柳信宏・楊宗興・渡辺幸一（2017）福島県中通りにおける阿武隈川水系源流域の溪流水質. 土木学会論文集 G（環境）, 73, 172-176.
- 37) 苗村晶彦（2018）神奈川県三浦半島北部における溪流水質の特徴. 自然環境科学研究, 29, 5 - 9.
- 38) 木平英一・新藤純子・吉岡崇仁・戸田任重（2006）わが国の溪流水質の広域調査. 日本水文科学会誌, 36, 145-149.
- 39) Aber J.D., K.J. Nadelhoffer, P. Steudler and J. M. Mellio（1989）Nitrogen saturation in northern forest ecosystem, *Bioscience*, 39, 378-386.
- 40) 安井昌之・吉田宗人・玉置哲也・谷口泰徳・大田喜一郎（1997）紀伊半島の筋萎縮性側索硬化症と脊椎靱帯石灰化症例のマグネシウム、カルシウム動態の類似性. 脳と神経, 49, 745-751.
- 41) 葛原茂樹（2010）紀伊半島の風土病—ALS・Parkinsonism/Dementia 症候群. 老年期認知症研究会誌, 16, 1-6.
- 42) 竹林征三（2020）治水の名言—水災害頻発, 先人の知恵に学ぶ. 186pp, 鹿島出版会.

