10. 生命の水・長良川源流

WATER OF LIFE・SOURCE OF NAGARA RIVER

山口晴幸*・福田 誠**・宮川 均***・黒島一郎****

Hareyuki YAMAGUCHI・Makoto FUKUDA・Hitoshi MIYAGAWA・Ichiro KUROSHIMA

ABSTRACT : The natural environmental investigations were carried out on the source of NAGARA River and its basin. At the beginning, the method of natural environmental investigation was simply represented. In this report, in particular, the authors clarify the true character of source of NAGARA River. Moreover, the data of chemical analysis about water qualities of source zone of NAGARA River and natural water in its basin are shown and the real condition of water environment in the water system of NAGARA River is discussed.

KEYWORDS: Source of NAGARA River, Water system, Water environment, Water quality and Natural water.

1. はじめに

近年、地球規模的環境汚染や身近な自然環境の破壊・改変・消滅などさまざまな自然環境問題が発生し、国際的、社会的に環境問題は重要となっている。これからの地域環境保全と開発・建設問題や自然環境の保護・保全活動の在り方などへの一助として役立てることを目的に、日本列島を対象とした広域的自然環境調査を継続している。特に著者らは、自然の恵みである「生命の水」を育む自然環境の保護・保全の貴重性と重要性に警鐘を鳴らすために、我が国における主要な大河川とその流域一帯を対象として、源流の発見と源流の正体を科学的データに基づいて一般社会に紹介することに努めると共に、源流から河口までの広範囲に亘る水・土・植生・水生生物環境に関する調査を継続している。既に、著者らは多摩川源流(山梨県笠取山)、利根川源流(群馬県大水上山)、千曲川・信濃川源流(山梨県甲武信岳)、吉野川源流(愛媛県瓶ヶ森)と、我が国を代表する4つの大河川について、その源流の正体や源流から河口域に至る水質の推移及び流域一帯の自然水(名水と呼ばれる湧水・瀑布・地下水など)の水環境の実態などについて報告してきた。

本報告では、この研究調査の一貫として実施してきた長良川の源流(岐阜県)と、その源流域及び流域一帯を対象に継続している自然環境調査での水環境に関する成果の一部を提示し、我が国で悪化しつつある自然環境の保護・保全とその回復の重要性などについて水環境の観点から論述する。

2. 調査方針と主旨

著者らの日本列島における水環境に関する調査方法の主旨は、先述したように我が国における代表的な大河川とその流域の水環境の状況を通して、日本列島での自然環境の実態と現状を科学的データに基づいて一般社会に提示し、自然環境の保全・回復の重要性に理解と協力を求めることにある。調査活動方針として主に下記の事項に注視している。

- ① 源流地点の確認・発見・紹介と源流を育んでいる自然水の水環境の提示。
- ② 源流から河口に至る本流の自然水の水環境とその変遷・推移状況の提示。

* 防衛大学校 建設環境工学科

** 長岡工業高等専門学校 都市環境工学科

*** 防衛施設庁 施設部

**** 三井建設(株) 土木技術本部

- ③ 本流に流入する主要な支流の合流点における自然水の水環境の提示。
- ④ 流域・水系一帯や周辺での主要かつ著名な湧水・瀑布・地下水等、自然水の水環境の提示。
- ⑤ 水系に繁茂する巨樹・巨木（樹齢 300～500 年以上対象）を育む自然水の水環境の提示。
- ⑥ 水系に生息するサンショウウオやホタルなどの希少水生生物を育む自然水の水環境の提示。
- ⑦ 水と土環境から自然水の水質特性の提示。

上記の事項に調査の主眼を置き、広域的かつ複合的観点から見た水環境を通して、悪化しつつある自然環境の保護・保全・回復の重要性や在り方などについて提示することにある。

ここでは、成果の一部として、長良川を対象にその源流の正体と源流域の水環境及び河口域に至る本流の水質特性の推移を主体に記述する。さらに長良川流域には自然水に恵まれた町が点在している。古来、水の都としても著名な八幡町や養老町では今も清冽な湧水等が流れ、親水性に満ちた地域を形成している。両町には環境庁によって名水百選に指定された宗祇水と、養老の滝・菊水泉と呼ばれる名水がある。これらの名水を中心に、両町で採取した他の多くの湧水などを含めて、長良川流域とその周辺の水環境の実態についても提示する。

図-1 揖斐川・長良川・木曾川が形成する木曾三川流域

図-3 大日ヶ岳東側山麓に広がる長良川源流域

図-2 大日ヶ岳山頂付近に源を発し、伊勢湾に注ぎ込む長良川

3. 長良川源流域と源流の正体

長良川の源流域の探索調査は1999年7月18日に実施した。源流とは、簡単に言えば、その流域において

水が発生する場所、即ち、地上に「水の産声」が発せられる「水が流れ出し始める所」である。通常、幹川となる大河川には多くの源流が存在し、広大な流域が形成されている。しかし、一般に幹川の「源流」と呼ばれる地点は、その流域内に存在する多くの「水が流れ始め出す所」の中でも、河口から距離的に最も遠く離れている唯一の「水が流れ出し始める所」である。源流の水は湧水、伏流水、融雪水、渓流水など様々な水形態をとる。千曲川・信濃川では甲武信岳からの伏流水、利根川では大水上山の万年雪からの融雪水、吉野川では瓶ヶ森の崖からの渓流水が「大河川の産声」である。

写真-1 「源流への道」の出発地点となる長良川源流石碑

写真-2 突然、水の音が消える。ここが長良川の源流地点なのか

流路延長 166km の長良川においては、岐阜県北部山岳地帯を形成する大日ヶ岳(標高 1709m)の東側山麓にその大河の産声を発する源流域がある(図-1~3)。源流に向かう出発地点が郡上郡高鷲村で、海拔約 900m の高原に広がる高鷲村の西側山間部から大日ヶ岳東側山麓域に掛けてが長良川の源流域である。「源流への道」の出発地点には、高鷲村木曾三川治水百周年記念事業実行委員会などによって昭和 62 年 10 月に建立された高さ約 1.5m の 2 段式石碑が目印としてあり、大澤碧水書による「長良川源流」の題字が彫刻されている(写真-1)。高鷲村中心部からこの源流石碑までの距離は 2~3km 程度で車両が通行できる山道となっている。しかし源流石碑より上流部の源流域には歩道もなく、河川内を進む溪流登りの様相を呈する踏査をしいられる。源流石碑建立付近の標高はほぼ 950m で、その地点の長良川の川幅は 5~6m 程度である。長良川の源流域は深い沢となって大日ヶ岳山頂に向かって続いている。安山岩、玄武岩、流紋岩質などの火山岩類を主体とした直径数mにも及ぶ巨岩群が沢を埋め尽くしている。水深 10~50cm 程度の源流域の長良川は、巨岩群で埋め尽くされた沢底を溪流のように流れている。水中の動植物や岩石・砂利が鮮明に透けて見えるほど透明度が極めて高く、清冽な自然水が育まれている(写真-2)。鬱蒼と繁茂する森林で覆われた源流域一帯の自然環境は、まさに科学的技術を超えた魔法の水製造・浄化工場とも言える「緑のダム」を連想させる。

源流石碑からさらに沢を奥に進むと、沢は徐々に狭く急峻になる。水かさも減少し、行く手を塞ぐ巨大な岩塊を幾度となくよじ登る。河岸や巨岩は藻や苔で覆われ、至る所から湧水や瀑布が緑のジュータンを伝い流れ出す光景に出くわす。水の音のほかには何も聞こえない空間が広がる。源流石碑から約 4 時間、距離にして約 3~4km、突然、水の音が消え真空地帯に迷い込んだような錯覚に陥る。今まで巨岩群の下で沢底を濡らすかのように、微かな音を立てながら流れ続けていた水が、突然、消滅したのである(写真-2)。ここが長良川の真の源流地点、「水が流れ出し始める所」なのか？それを入念に確認するため、1 時間ほどその上流一帯を探索した。沢底や河岸壁面での流水の有無や水の痕跡状態を調べ、この地点が真の源流地点である

と推定した。高度計は標高 1350m を指していた。相変わらず巨大な岩塊で埋め尽くされた急峻な沢が大日ヶ岳山頂に向かって続いている。源流地点を示すこれといった目印や標識などは何もない。長良川の源流は、湧水や伏流水のように劇的に水が地上に産声を上げる水形態の源流ではなかった。山岳の最奥の沢に集まった水が始めて流れを創り出す溪流型の源流形態であった。そのため沢に水が流れ出し始める源流地点は、山岳域の降水・保水状況などに依存し、時期的あるいは季節的に変動している可能性がある。そこで、長良川の源流地点は特定の固定した地点としては定められていないし、定められないのだと推察される。

表-1 長良川源流から河口部までの自然水の水質分析結果

No.	採取地点	採取年月日	標高	水形態	pH	EC ($\mu\text{S/cm}$)	T ($^{\circ}\text{C}$)	陰イオン濃度(mg/l)				陽イオン濃度(mg/l)				全硬度 (mg/l)	全イオン濃度 (mg/l)
								Cl	NO ₃	SO ₄	HCO ₃	Na	K	Ca	Mg		
1	岐阜県 高鷲村 (源流域)	H11.7.18	1350	湧水	6.6	18	12.1	0.83	0.22	0.58	4.43	1.08	0.27	0.94	0.13	2.88	8.48
2		H11.7.18	1230	溪流水	6.9	24	12.3	0.77	0.00	0.32	12.80	2.00	0.50	2.08	0.42	6.92	18.89
3		H11.7.18	1200	溪流水	6.9	16	12.0	0.84	0.08	0.39	9.20	1.66	0.31	1.60	0.29	5.19	14.37
4		H11.7.18	1175	溪流水	6.8	18	12.5	0.84	0.24	0.45	8.29	1.56	0.31	1.48	0.28	4.85	13.45
5		H11.7.18	1130	溪流水	6.9	16	13.2	0.83	0.10	0.37	7.68	1.50	0.28	1.33	0.24	4.31	12.33
6		H11.7.18	1100	湧水	6.9	16	9.6	0.85	0.00	0.44	19.57	3.59	0.67	2.58	0.63	9.03	28.33
7		H11.7.18	1090	湧水	6.8	22	8.5	0.93	0.00	0.42	9.77	1.56	0.47	1.73	0.35	5.76	15.23
8		H11.7.18	1090	溪流水	6.6	16	12.0	0.91	0.23	0.43	7.01	1.49	0.32	1.21	0.24	4.01	11.84
9		H11.7.18	1060	溪流水	6.7	22	12.3	0.85	0.69	0.42	8.49	1.68	0.46	1.47	0.30	4.91	14.36
10		H11.7.18	1025	河川水	6.9	16	13.4	0.83	0.18	0.37	10.54	1.74	0.41	1.84	0.35	6.04	16.26
11		H11.7.18	955	河川水	6.8	26	14.0	1.00	0.27	0.43	11.01	1.97	0.56	1.85	0.36	6.10	17.45
12		H11.7.18	990	河川水	6.7	32	14.2	0.93	0.75	0.42	10.66	1.88	0.52	1.93	0.37	6.34	17.46
13		H11.7.18	980	河川水	7.0	22	14.3	0.84	0.08	0.41	11.32	1.82	0.45	1.98	0.36	6.43	17.26
14		H11.7.18	970	河川水	6.9	24	14.5	0.91	0.53	0.70	11.52	1.95	0.47	2.11	0.43	7.04	18.62
15		H11.7.18	960	河川水	7.0	24	14.6	1.03	0.22	0.44	12.05	2.07	0.59	2.01	0.41	6.71	18.82
16		H11.7.17	890	河川水	6.9	22	15.1	1.04	0.00	0.41	12.98	2.14	0.59	2.16	0.42	7.12	19.74
17	白鳥町	H11.7.19	365	河川水	7.3	51	18.5	1.98	0.41	2.03	23.96	3.48	1.00	5.23	0.72	16.03	38.81
18	八幡町	H11.7.19	228	河川水	7.3	59	19.8	2.52	0.95	3.18	25.49	3.55	0.95	6.44	0.85	19.59	43.93
19	美並村	H11.7.19	140	河川水	7.2	56	19.5	2.13	1.41	3.73	24.65	2.98	0.78	6.87	0.87	20.74	43.42
20	美濃市上曾代	H11.7.19	80	河川水	7.3	67	20.8	2.27	1.40	4.32	26.37	3.19	0.85	7.42	0.94	22.40	46.76
21	岐阜公園付近	H11.7.19	30	河川水	7.3	89	22.5	3.12	2.78	6.32	28.19	3.43	0.91	8.99	1.27	27.68	55.01
22	墨俣町	H11.7.19	25	河川水	6.5	110	22.2	4.62	5.24	9.22	34.40	4.79	1.30	11.53	1.85	36.41	72.95
23	千本松公園	H11.7.19	6	河川水	7.3	120	25.8	5.49	3.80	13.93	41.83	8.36	1.53	12.52	1.97	39.38	89.43
24	長良川河口堰上流	H11.7.19	5	河川水	7.3	114	25.8	5.97	4.02	11.45	37.76	7.20	1.51	11.67	1.88	36.88	81.46
25	長良川河口堰下流	H11.7.19	5	河川水	7.2	12100	25.8	4398.46	11.83	643.47	0.00	2393.44	78.10	103.84	288.31	1441.67	7908.45
26	高鷲村水鏡公園	H11.7.18	875	河川水	7.0	26	15.5	0.87	0.16	0.44	11.58	1.93	0.49	1.97	0.38	6.48	17.82

4. 長良川源流域から河口域までの水質環境

著者らは 1999 年 7 月 17 日～19 日、長良川源流の正体を確認し、源流から河口域に至る 166km の探索調査を実施した。長良川源流石碑の建立地点から大日ヶ岳東側山麓に奥深く続く源流域(標高 890～1350m)、さらに源流域から長良川河口堰に至る本流域において、湧水・溪流水・河川水を主体とした自然水の水素イオン濃度(pH)、水温(T)、電気伝導率(EC)の現地計測を実施すると共に、採取した自然水のサンプルの主要な溶存化学成分分析を試み、水質特性の推移を調べた。自然水の計測及び採取地点を図-2 と図-3 中に明示している。またその分析結果を表-1 にまとめている。

4.1 長良川の水温(T)・水素イオン濃度(pH)・電気伝導率(EC)

図-4 には現地計測した水温(T)、水素イオン濃度(pH)、電気伝導率(EC)の推移を示している。水温(T)は測定時期や外気温によっても左右されるが、長良川最奥部一帯の源流域では自然水の水温は 12～15 $^{\circ}\text{C}$ 付近であった。白鳥町の上流から下流域に流下するにともない水温は徐々に高くなっており、河口から 5.4km 上流地点の河口堰付近では約 26 $^{\circ}\text{C}$ となっていた。即ち流路延長 166km の長良川の場合、源流から河口域間での水温差は十数 $^{\circ}\text{C}$ になっている。この水温差は標高差による要因が大きい。また源流域は森林に覆われ川面が日陰状況となることも理由となる。このような水温状況は水生生物の棲み分けなどの生息環境にも影響を与えることになる。

長良川の自然水の水素イオン濃度(pH)は源流から河口域に亘って 7 前後の中性付近を呈し、ほとんど安定した一定の pH 値を示している。しかし源流域の自然水は弱酸性が大半で非アルカリ性であるのに対し、白鳥町より下流側での河川水は逆に弱アルカリ性に転じる微妙な変化が認められる。

また電気伝導率(EC)の推移を見ると、源流域での自然水の水形態は湧水・溪流水・河川水と異なるが、水形態によらずいずれも EC 値は極めて低く 10～20 $\mu\text{S/cm}$ 台がほとんどである。源流域で計測された EC の最

図-4 長良川源流から河口部までの自然水のT、pH、EC推移状況

低値は $16 \mu\text{s/cm}$ であった。比較のために今まで調査してきた大河川の源流水の EC 値を紹介すると、多摩川源流・笠取山の水干湧水が $31 \mu\text{s/cm}$ (標高 1865m)、利根川源流・大水上山の沢融雪水が $13 \mu\text{s/cm}$ (標高 1787m)、信濃川(千曲川)源流・甲武信岳の伏流水 $22 \mu\text{s/cm}$ (標高 2210m)、吉野川源流・瓶ヶ森の崖湧水が $12 \mu\text{s/cm}$ (標高約 1800m) であった。ちなみに著者らが今まで測定した 3000 サンプル以上の湧水などの自然水の中で、最も EC 値の低い自然水は富士山山頂浅間大社付近の銀明水(標高約 3750m)と呼ばれる湧水で $10 \mu\text{s/cm}$ であった。水の電気伝導率(EC)は溶存化学成分量の目安となる指標である。源流や源流域の自然水は、土・岩石・植物等の固体物質との接触期間が短く、一般に、その供給源である雨や雪などの降水の水質に支配され易い。降水は海水の天然蒸留によって生成されるので純水に近いはずであるが、海塩粒子の飛沫混入や近年の大気汚染物質の溶解などによって EC 値も様々に変化している。しかし長良川源流始め、上記の源流を形成していた自然水の EC 値は、ほぼ $10 \sim 30 \mu\text{s/cm}$ 範囲にあった。

再び、源流域から河口域に至る長良川の 166km に亘る EC 値の推移に注目する(図-4)。河川水の EC 値は上

図-5 長良川源流域での自然水のヘキサダイアグラム

流部から下流部に向かって徐々に増加するのが一般で、土・岩石・植物等との接触履歴、高い EC 値を示す支流との合流、人為的汚水の混入(生活廃水、工場廃水、農業廃水)などがその要因となる。長良川の場合、河口堰手前までは淡水で、河川水の EC 値は $114 \mu\text{s/cm}$ であった。河口堰下流部の極端に高い値 ($12100 \mu\text{s/cm}$) は、海水の混入によっている。長良川の場合、源流から河口域(淡水域)に至る 166km 間で EC 値はほぼ $16 \sim 120 \mu\text{s/cm}$ 範囲内で推移しており、その推移幅は非常に小さいと言える。後節で詳述するが、このことは源流から下流域に流下する間において、河川水の溶存化学成分の組成に極端な変化が生じていないことを示唆している。ちなみに千曲・信濃川(流路長 367km)では EC が $22 \sim 240 \mu\text{s/cm}$ 、利根川(流路長 322km)では EC が $13 \sim 570 \mu\text{s/cm}$ 、吉野川(流路長 194km)では EC が $12 \sim 141 \mu\text{s/cm}$ で推移していた。なお高鷲村の分水嶺公園での河川水(番号26)は、長良川(太平洋へ)と庄川(日本海へ)とに分岐する上流部で採取している(図-3)。T、pH、EC に関しては源流域での自然水のそれらとほとんど類似した値を示していた。

4.2 長良川のヘキサダイアグラムとトリリニアダイアグラム

長良川の源流から河口域に亘って採取した自然水の主要な溶存化学成分をヘキサダイアグラムで表示し、水質状態とその推移状況を示したのが図-5と図-6である。両図中でのヘキサダイアグラムの番号は、図-2と図-3での番号と対応している。ヘキサダイアグラムによる水質表示は直観的に水質を判断するのに有効である。溶存している主要な陰・陽イオンの濃度はミリ当量濃度で表示している。ヘキサダイアグラムの面積の大小は溶存イオン量の多少に対応しており、溶存イオン量に富んだ自然水ほどその面積は大きくなる。そのためこの面積の大きさは、図-4での電気伝導率(EC)の大きさと対応することになる。水質タイプの相

図-6 長良川源流から河口域までの自然水のヘキサダイアグラム

違は、ヘキサダイアグラムの形状の違いによって判断できる。

まず図-5 において、長良川源流域の自然水の水質特性を見る。分水嶺の河川水も含め、源流域

図-7 源流域 NO. 9～16

で大日ヶ岳山頂に向かって沢沿いに採取した 17 地点の自然水はいずれもほとんど類似な形状の、しかも非常に面積の小さなヘキサダイアグラムを描いている。即ち、電気伝導率(EC)が 10~20 μ s/cm 台であることから予想されることであるが、溶存している陰・陽イオン量が非常に少なく、多少 HCO_3^- と Ca を溶存した Ca-HCO_3 型の自然水が源流域の水環境を支配している。さらに図-6

図-7 源流域 NO. 1～8

図-9 上流～下流域 NO. 17～26

はこの源流から上流、中流、下流部へと徐々に流下し、長良川河口堰までの水質環境の推移を同様にヘキサダイアグラムで示している。標高 1350m の最奥の源流地点から河口堰上流部に至る約 160km 間において、河川水のヘキサダイアグラムはほぼ相似的に拡大し、明瞭な Ca-HCO_3 型の形状に推移している。このようなヘキサダイアグラムの形状推移は、下流部に向かって河川水の溶存イオン量は漸次増大するが、各陰陽イオン量の組成比率には余り差異のないことを意味している。そのためトリリニアダイアグラム上で水質タイプを分類すると、源流から河口堰上流部間で採取した 25 サンプルの自然水はいずれも菱形のキーダイアグラム上ではⅡのタイプに入り、アルカリ土類炭酸塩の水質組成となっている(図-7～9)。源流域と中下流部では、陽イオン量の組成に僅かに相違が認められ、中下流部では多少 Ca 濃度の高い水質となっている。なお、河口堰下流部での河川水(25)には海水が混入しているため、ヘキサダイアグラム形状は逆盃形を呈し、河口堰上流部とは大きく異なっている。当然、水質は Na-Cl 型で、トリリニアダイアグラム上ではⅢのタイプに入り、アルカリ非炭酸塩として分類される。

以上の分析結果に基づき、主要な溶存化学成分の組成から水質状況を判断すると、長良川は源流から河口域に亘って水質組成に大きな変化のないアルカリ土類炭酸塩(Ca-HCO_3 型)に分類される水質を保持している河川と言える。

5. 長良川流域周辺に点在する名水百選指定水の水質特性

長良川・木曽川・揖斐川の木曾三川流域には、環境庁の名水百選に指定された水域が 4 箇所存在している。

長良川上流部八幡町と揖斐川支流部養老町は名水の町として親しまれてきた。特に八幡町では、著名な宗祇水を中心に多くの湧水が町内一帯に点在し、生活用水への利用や水利用による町造りなど、まさに「水の都」という印象を強く受ける。養老町には養老の滝・菊水泉がある。上流部に位置する石英斑岩の断崖を流落する養老の瀑布は一端地中に浸透し、再び下流部で湧水となって湧き出してくる。この湧水が菊水泉である。他の2箇所は長良川中流域(岐阜県美濃市～岐阜市)と木曽川中流域(愛知県犬山市～可児川合流点)の河岸流域である。この水域は主に周辺環境(景観)や親水性の観点から名水百選に指定されている。

図-10 郡上八幡町に点在する湧水群

そこでこれらの水域における自然水の水質環境について、1994年11月に実施した調査と分析結果に基づいて記述する。八幡町では宗祇水の他に、多くの湧水口や井戸が長良川に合流する支流吉田川沿いに点在していることから(図-10)、吉田川河岸一帯で採取した自然水の分析結果を提示する。同様に養老の滝・菊水泉でも異なる位置や湧水口の数箇所で自然水を採取し、一連の分析結果を表-2にまとめている。表-2中の八幡町の自然水(15サンプル)は上段から番号順とし、図-10中の地点番号に対応する。同様に養老の滝・菊水泉のサンプル番号も上段から番号順としている。なおここでの長良川のサンプルは、上流部における支流那比川の河川水の結果を提示している。

表-2 木曽三川流域での名水百選指定水の水質分析結果

No.	名水	所在地	採取 年月日	水形態	pH	EC	陰イオン濃度(mg/l)				陽イオン濃度 (mg/l)				全硬度 (mg/l)	全イオン濃度 (mg/l)	備考
							Cl	NO ₃	SO ₄	HCO ₃	Na	K	Ca	Mg			
45	宗祇水	八幡町	H6.11.20	湧水	6.7	118	7.89	7.69	6.06	39.34	9.53	3.58	9.68	1.55	30.56	85.32	源泉
			H6.11.20	湧水	6.8	116	7.83	8.25	6.42	38.89	9.53	3.43	9.84	1.59	31.12	85.78	源泉
			H6.11.20	地下水	6.9	96	6.87	8.69	4.88	31.00	6.36	1.72	10.49	1.20	31.15	71.21	尾崎井戸
			H6.11.20	湧水	6.8	71	2.07	3.10	6.55	24.61	4.00	0.76	7.21	1.10	22.54	49.48	尾崎延命水
			H6.11.20	湧水	6.9	80	1.99	1.18	4.66	33.49	4.81	0.68	8.89	0.61	24.73	56.31	尾崎
			H6.11.20	湧水	7.0	87	2.30	1.18	5.50	41.87	5.57	1.02	11.18	0.70	30.82	69.32	尾崎
			H6.11.20	湧水	6.8	72	1.61	2.57	2.54	32.79	4.67	0.59	8.12	0.65	22.97	53.54	尾崎
			H6.11.20	湧水	6.9	96	2.51	2.67	4.64	39.88	4.10	0.99	12.05	0.71	33.04	67.55	向山中坪水神
			H6.11.20	湧水	6.7	60	1.68	0.66	2.63	26.51	3.81	0.97	5.79	0.82	17.84	42.87	初音
			H6.11.20	湧水	6.7	86	1.94	2.90	4.42	39.12	4.52	0.28	11.08	0.94	31.55	65.20	中坪
			H6.11.20	湧水	6.6	59	1.93	0.53	2.63	27.16	3.96	0.97	5.99	0.81	18.30	43.98	町村会館駐車場下
			H6.11.20	湧水	7.3	150	1.76	1.71	2.57	90.56	1.74	0.46	27.18	2.08	76.48	128.06	八幡町役場前
			H6.11.20	湧水	7.4	152	1.56	1.54	2.24	91.85	1.68	0.40	27.38	2.08	76.98	128.73	やなか水の小径
			H6.11.20	湧水	6.8	118	3.43	12.75	11.14	30.64	6.02	1.42	12.60	1.31	36.87	79.31	小野
			H6.11.20	湧水	6.9	114	3.16	6.52	7.73	48.83	5.12	1.74	15.57	1.34	44.42	90.01	八幡大橋下
46	長良川	高畑温泉	H6.11.20	河川水	7.0	83	1.54	0.94	4.98	40.82	2.23	0.59	11.53	1.74	35.96	64.37	長良川支流那比川
47	養老の滝 菊水泉	養老町	H6.8.20	湧水	8.7	151	2.46	1.79	4.69	76.34	4.66	0.37	15.04	5.88	61.71	111.23	養老温泉(市販)
			H6.11.20	湧水	7.1	123	3.46	2.30	12.87	56.65	5.16	1.16	17.34	2.55	53.81	101.49	養老の滝
			H6.11.20	瀑布	7.1	126	3.10	2.26	13.32	51.13	4.02	0.68	16.85	2.48	52.29	93.84	養老の滝
			H6.11.20	瀑布	7.4	120	2.93	1.72	11.67	54.37	3.58	0.59	17.31	2.53	53.65	94.70	養老の滝
			H6.11.20	湧水	7.6	180	2.55	2.96	5.91	107.12	2.42	0.34	26.19	7.01	94.22	154.50	養老温泉
			H6.11.20	湧水	7.5	184	2.52	2.91	6.01	108.83	2.15	0.43	26.67	7.18	96.11	156.70	養老温泉
			H6.11.20	湧水	7.5	183	2.55	2.94	6.18	108.60	2.38	0.46	26.59	7.11	95.63	156.81	養老温泉
48	木曽川中流域	美濃加茂	H6.11.9	河川水	6.8	81	4.05	0.87	5.78	37.25	6.77	2.00	8.61	1.01	25.67	66.34	日本ライン下

これら4地域での自然水の溶存化学成分組成をヘキサダイアグラムで表示したのが図-11で、また図-12にはトリリニアダイアグラム上で分類した水質タイプを示している。[45]シリーズのNo.1～No.15が八幡町の湧水群であり、その内のNo.1とNo.2が宗祇水と呼ばれる湧水である。[47]シリーズの養老の滝・菊水泉においては、No.1が湧水から製造された市販のミネラルウォーター、No.2～No.4が養老の滝での瀑布水、No.5～No.7が菊水泉の湧水である。図-11のヘキサダイアグラムの形状に着目すると、いずれも概ね菱形の形状を呈しており、Ca-HCO₃型の水質タイプであることがわかる。図-12のトリリニアダイアグラム上での分類では、ほとんどがⅡタイプのアルカリ土類炭酸塩の水質組成を示している。この結果は、先述した長良川源流域から河口堰上流部間での自然水の水質タイプとほとんど類似している。長良川流域を中心に木曽三川流域には古生代に海底で堆積した石灰岩層に形成された鐘乳洞窟が多数点在している。堆積地層の観点からも

流域一帯の自然水の水質がCa-HCO₃型のアルカリ土類炭酸塩タイプであることが推察される。なお図-13には長良川の河川水の結果も含め、自然水の全イオン濃度(溶存している陰・陽イオン総濃度)

を電気伝導率(EC)との関係でプロットしている。図-5と図-6及び図-11で示したヘキサダイアグラム形状(面積)の大小は全イオン濃度の大小を表しており、ECとも相関性があることから、全イオン濃度とECとの間には比例的な関係が存在することになる。

この結果からも長良川源流域の自然水は、いかに溶存イオン量の少ない(EC値の低い)水かが理解できる。

なお近年、農薬の利用や雑排水の混入などによって河川水、地下水、湖水などの自然水が富栄養化し、硝酸性窒素によって汚染される問題が深刻

図-11 木曽三川流域に点在する名水百選指定水などのヘキサダイアグラム

図-12 木曽三川流域に点在する名水百選指定水などのトリリニアダイアグラム

化しつつある。著者らは、自然水の硝酸性窒素による水質汚染の実態を名水・名井と呼ばれる湧水や地下水などを主体に約7年間に亘って全国的に調査してきた。ここではその成果の一端として、長良川の源流域～河口域と木曾三川流域の上述の自然水における硝酸イオン濃度の状況を図-14に示す。硝酸性窒素は水道法の水質基準でも規定され、その濃度が10mg/lを超えた場合には、飲料用には不適切とされている。硝酸性窒素は硝酸性(N-NO₃)と亜硝酸性窒素(N-NO₂)からなる。図-14の自然水では、亜硝酸イオン(NO₂)が検出されなかったため、硝酸イオン(NO₃)濃度のみを提示している。硝酸性窒素(N-NO₃)濃度が水質基準での10mg/lに相当する硝酸イオン(NO₃)濃度は44.3mg/lである。図-14に示す長良川の河川水や流域一帯の湧水等には、幸いにもNO₃濃度が44.3mg/lを超えて検出されるものではなく、いずれの結果もNO₃濃度が15mg/l以下であった。しかしNO₃濃度の検出には、同じ湧水群や地域において互いに大きな差異が認められる。長良川源流域のNO₃濃度はほとんど1mg/l以下と非常に微量であるが、下流部に向かって増加傾向が明瞭に認められる。また八幡町の湧水群では人家等が密集している湧水地点で比較的高いNO₃濃度が検出される傾向にあった。名水・名井の保護・保全においては、硝酸性窒素による汚染進行にも十分に関心を払う必要がある。

図-13 調査した自然水の全イオン濃度とECとの関係

図-14 調査した自然水の硝酸イオン(NO₃)濃度状況

6. おわりに

中部地方を代表する大河川、長良川の源流の正体とその源流域及び河口域に至るまでの河川水の水質環境などについて提示した。また木曾三川流域に点在する環境庁指定名水百選地での自然水の水質環境についても概説した。天の恵みとして与えられ、源流域で育まれた「生命の水」自然水の内、直接飲料できるものは、全国的に平野部から山間部・山岳部へと確実に移行しつつあることが毎回の調査を通じて強く印象付けられる。今後さらに、我が国における主要な大河川源流域での水環境の実態調査を順次継続していきたい。また環境庁指定名水百選(調査分析完了)以外にも、全国的には故事来歴のある貴重な自然水は多数存在している。しかし都会域を中心に自然水の汚染問題は深刻化しつつある。また全国の名水と呼ばれる湧水や井戸水等の硝酸性窒素汚染問題も懸念されている。一日も早く調査地点の充実と科学的データの蓄積を計り、日本列島自然水環境マップの完成を急ぎたいと考えている。特に、学会や学術レベルでの成果で留まることなく、地域住民への還元や協力・理解への啓発的実践活動を重視し、我が国の水環境の保全・回復の重要性について、広く社会的に警鐘を鳴らしていきたいと切望している。

参考文献

- 1) 山口晴幸ら(1997): 生命の水・多摩川源流、地盤工学会誌、土と基礎、Vol. 45、No. 4、pp. 34～37.
- 2) 山口晴幸ら(1997): 巨樹に聴く水環境、土木学会水資源シンポジウム委員会、第 5 回水資源に関するシンポジウム論文集、pp. 619～624.
- 3) 山口晴幸ら(1997): 生命の水・利根川源流・流域の自然環境、土木学会第 5 回地球環境シンポジウム講演論文集、pp. 187～196.
- 4) 山口晴幸ら(1998): 生命の水・信濃川源流、土木学会第 6 回地球環境シンポジウム講演論文集、pp. 299～307.
- 5) 山口晴幸ら(1999): 生命の水・吉野川源流、土木学会第 7 回地球環境シンポジウム講演論文集、pp. 53～62.