

郡上八幡市の湧水

—類型化と汚染の現状—

村上 哲生・大島 由美・近藤 朝美・竹村 央・加藤由紀子

Upwelling waters in Gujo-Hachiman City, Gifu Prefecture, Central Japan; Typology Based on Physical and Chemical Features, and a Special Reference to the Nitrogen Pollution

Tetuo MURAKAMI, Yumi OOSHIMA, Asami KONDO, Chika TAKEMURA, and Yukiko KATO

はじめに

淡水の約30%が地下水として存在しているが¹⁾、深井戸を掘る技術の発達以前の水資源としては、地表に現れる湧水のみが長らく利用されてきた。水質や親水性、また地域住民の保全活動を基準にして1985年に環境庁により選定された日本百名水の9割が湧水、またはそれに涵養される河川であることは²⁾、我国においては、特に身近な水資源としての湧水の重要性を示すものと考えられる。

湧水の水質については、陸羽の「茶経」³⁾以来、飲用に最も適したものとの信仰が強固なものとなっているが、周辺の土地利用や湧出口の管理次第で、重金属⁴⁾、有機有害物質⁵⁾、硝酸態窒素⁶⁾などで汚染される場合もあることは、近年のいくつかの事例で明らかにされつつある⁷⁾。

本研究は、岐阜県郡上八幡市内に多数の湧出口が見られる湧水群を対象として、水温や水質の継続的な観測により湧水群の類型化を試み、次いで類型毎の水質の現状を明らかにし、さらにその結果に基づき、適正な水利用とその維持について検討するものである。

調査地域と調査方法

調査の対象とした地域

岐阜県郡上八幡市、旧郡上八幡町の市街地に分布する地下水湧出口を調査対象とした (Fig.1a, b)。

市街地は、長良川の支川、吉田川沿いに発達しているが、湧水群はその右岸側の砂岩から成る⁸⁾山麓斜面沿いに分布している。湧水は、「水船」と呼ばれる数段に分かれた水槽に導かれ、生活用水として使われている (Fig.2)。水船は住民による組織された利用組合により管理されている。市街地に位置する湧水の一つである「宗祇水」は、特に著名であり、既に1840年代の古図に、ほぼ現在と同じ水船を備えた様子が描かれている⁹⁾。尚、市街地の随所に湧水に模した施設が見られるが、残留塩素濃度を測定し、水道水の混入が疑われるものは本研究から除外した。

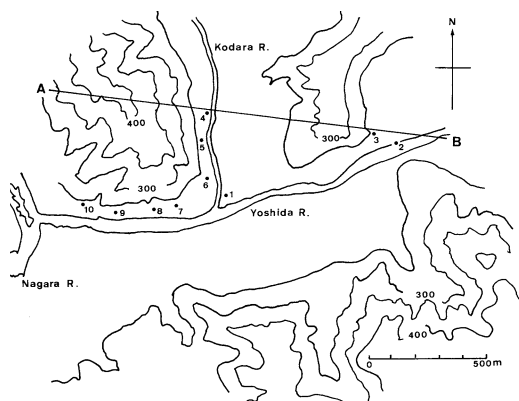


Figure 1a. A sketch map showing springs in Gujo-hachiman City, Gifu Prefecture Sta. 1; Sougi-sui Spring, one of the most famous springs in Central Japan

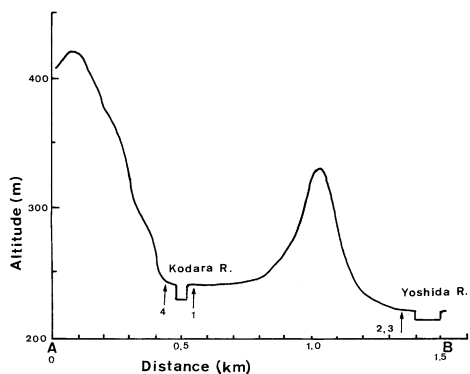


Figure 1b. The cross-section along Line A-B shown in Fig. 1a.

Both hills are composed of sandstone.



Fig. 2a



Fig. 2b

Figure 2. Photograph of “Mizu-fune”, the sinks for washing tableware and vegetables

2a; Sta. 2, 2b; Sta. 10

Sinks are traditionally maintained by the local community.

調査方法

湧水の採集は、2003年3月より2004年7月まで、Figure 1に示す地点で、1回/月の頻度で行った。また、同時に表層水との比較のために、吉田川及び小駄良川でも同様に試料を採集した。

水試料は、水温（サーミスタ法）、導電率（交流四電極法）、pH（ガラス電極法）を測定した後、その場でガラスフィルター（Whatman GF/C）で濾過し、分析まで凍結して保存した。

栄養塩については、燐酸イオン、アンモニウムイオン、亜硝酸イオン、硝酸イオンを、西條・三田村（1995）¹⁰⁾の方法で定量した。

大腸菌群数は、BGLB 培地を用い、MPN 法で求めた¹¹⁾。調査は2004年6月のみ行った。

調査結果及び考察

湧水群の類型化

湧水群の一つは、吉田川の支川の小駄良川右岸の斜面から湧き出す泉である（崖下泉；Stas.4-10）、島野・安田（1994）は¹²⁾、2箇所湧水点を示しているが、実際には、10箇所以上の水船等の利用施設が見られた。一方、吉田川右岸には、宗祇水（Sta.1）、Sta.2、矢場清水（Sta.3）などの湧水群が分布している。

Sta.3、5、7では季節により全く枯れてしまうこともあったが、他の地点では、観測期間中は、常に湧出が認められた。

小駄良川沿いの崖下湧水群と、宗祇水の水温の季節変動は異なったパターンを示した（Table1, Fig.3）。宗祇水（Sta.1）では、水溫の年較差は小さかったが（ $m = 14.9^{\circ}\text{C}$, $SD = 1.5^{\circ}\text{C}$ ）、崖下泉（例えば Sta.6）では、気温と連動した大きな較差（ $m = 14.5^{\circ}\text{C}$, $SD = 5.4$ ）が観測された。特に多量の降水の直後には、河川水と同様に著しく水溫が低下する現象が認められた。崖下泉の水溫変動の規模は吉田川（ $m = 13.6^{\circ}\text{C}$, $SD = 4.6$ ）、小駄良川（ $m = 14.2^{\circ}\text{C}$, $SD = 5.4$ ）のそれに匹敵する。Sta.2では、標準偏差は 2.1°C で、宗祇水に次いで水溫の年較差の規模が小さかった。水溫の

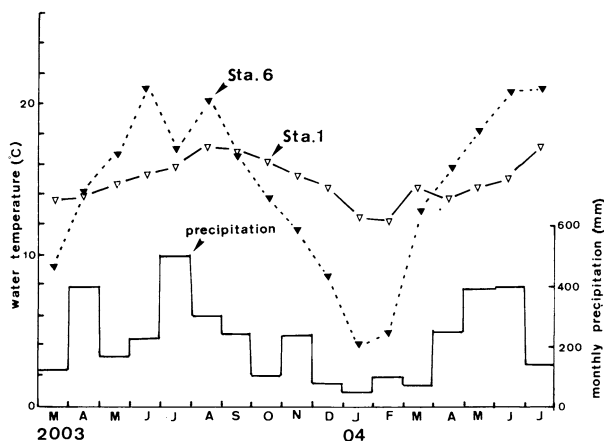


Figure 3. Seasonal water temperature fluctuations at Sta. 1 (Sougi-sui Spring, originating from deeper aquifer) and at sta.6 (a spring hillside originating from shallow aquifer), and the monthly precipitation at Mino Observatory near Gujo-Hachiman City

Table 1. Water temperature, conductivity and pH of waters from 2 rivers and 10 springs. Mean value and the range (in parenthesis) throughout the study period are shown.

	WT	Cond.	pH	
Yoshida R.	13.6 (6.3-20.5)	6.8 (5.1- 9.3)	6.71 (6.17-7.13)	
Kodara R.	14.2 (4.8-21.7)	6.4 (4.5- 9.8)	6.67 (6.04-7.46)	
Sta. 1	Sougi-sui S.	14.9 (12.2-17.2)	11.6 (8.6-21.2)	6.09 (5.41-6.63)
Sta. 2		15.3 (11.8-18.6)	12.7 (11.6-14.3)	6.21 (5.50-6.66)
Sta. 3	Yaba-shimizu S.		9.5 (7.7-11.9)	6.84 (6.29-7.29)
Sta. 4		13.2 (9.3-16.2)	8.1 (6.4-11.7)	6.78 (6.13-7.33)
Sta. 5		14.5 (7.8-16.9)	9.9 (8.9-11.6)	6.89 (6.54-7.21)
Sta. 6		14.5 (4.1-21.3)	6.6 (4.8- 9.2)	6.75 (6.06-7.30)
Sta. 7		14.1 (7.7-21.2)	6.2 (3.2-12.1)	6.54 (5.83-7.15)
Sta. 8		14.1 (9.4-17.3)	7.9 (6.6-11.1)	6.67 (5.73-7.18)
Sta. 9		14.2 (6.1-19.6)	8.6 (7.2-12.7)	6.67 (5.69-7.34)
Sta. 10		14.1 (4.3-20.0)	6.6 (3.8-12.5)	6.57 (5.53-7.45)
	$^{\circ}\text{C}$	mSm^{-1}		

年変動の幅から、宗祇水及び吉田川右岸 (Sta.2) は、Sta.4-10の崖下泉に比べ湧水の起源が深い場所であると結論付けられた。

Stas.1, 2と崖下泉 (Stas.4-10) とでは、導電率と pH との関係も異なっていた (Table 1, Fig.4)。即ち、前者では、河川水 (吉田川, 小駄良川) と比べて高い導電率と低い pH で特徴付けられたが、後者では、河川水とほぼ同じ値であった。

水温の年変動パターン及び導電率と pH との関係に基づき、郡上八幡市街地の湧水は、崖下泉型 (Stas.4-10) と宗祇水 (Sta.1), Sta.2のより深い地層

に起源を持つと思われる型に明瞭に区別できることが明らかになった。矢場清水 (Sta.3) は、本研究の期間、水が枯れることが多く、水温の年変動についての情報を得ることができなかったが、湧水点の地形や、導電率、pH の特徴から、Stas 4-10に類する崖下泉と思われる。

2. 湧水中の無機態窒素、磷濃度

郡上八幡市内の湧水、及び対象とした2河川の無機態窒素・磷濃度を Table 2に示す。Stas.1-3の湧水の硝酸態窒素濃度が河川水と比べ著しく高いことが明らかになった。宗祇水 (Sta.1) では、最高 2.4mgL^{-1} の濃度を記録した。島野・安田 (1994) も1990年夏季にほぼ同様の観測値を報告している¹²⁾。亜硝酸態及びアンモニウム態窒素は、 0.01mgL^{-1} を越えることは稀であった。

磷酸態磷濃度は、崖下泉、特に吉田川沿いの Stas.7-10で高い値が観測された。

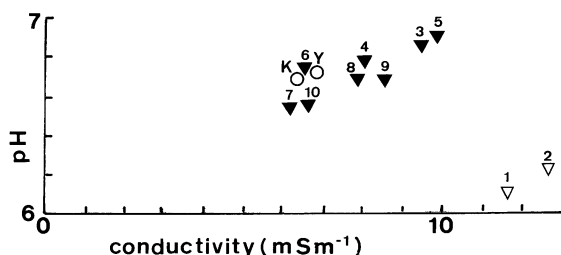


Figure 4. Typology of the springs based on the relationships between conductivity and pH value

▼ ; springs originating from shallow aquifer

▽ ; springs originating from deeper aquifer

○ K; Kodara River

○ Y; Yoshida River

See Fig. 1a for station numbers.

Table 2. Concentration of inorganic nitrogen and phosphorus of waters from 2 rivers and 10 springs
Mean values and range (in parenthesis) throughout the study period are shown.

	nitrogen			phosphorus	inorganic N/P
	NO3-N	NO2-N	NH4-N	PO4-P	
Yoshida R.	0.58 (0.41-0.88)	0.00 (0.00-0.01)	0.02 (0.01-0.04)	0.019 (0.012-0.027)	31
Kodara R.	0.55 (0.31-0.86)	0.00 (0.00-0.01)	0.01 (0.00-0.03)	0.017 (0.010-0.024)	33
Sta. 1 Sougi-sui S.	1.63 (0.63-2.45)	0.00 (0.00-0.00)	0.00 (0.00-0.01)	0.037 (0.028-0.047)	44
Sta. 2	1.76 (0.90-3.63)	0.00 (0.00-0.00)	0.00 (0.00-0.01)	0.013 (0.007-0.023)	135
Sta. 3 Yaba-shimizu S.	1.87 (0.65-3.23)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.01)	0.018 (0.010-0.025)	104
Sta. 4	0.89 (0.54-1.56)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.01)	0.025 (0.017-0.031)	36
Sta. 5	0.84 (0.42-1.67)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.01)	0.012 (0.006-0.026)	70
Sta. 6	0.97 (0.67-1.17)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.02)	0.043 (0.034-0.052)	23
Sta. 7	0.70 (0.46-0.98)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.02)	0.046 (0.036-0.057)	15
Sta. 8	0.63 (0.47-0.82)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.01)	0.041 (0.032-0.052)	15
Sta. 9	0.56 (0.35-0.76)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.04)	0.039 (0.028-0.066)	14
Sta. 10	0.40 (0.25-0.86)	0.00 (0.00-0.01)	0.00 (0.00-0.01)	0.029 (0.022-0.042)	14
	mgL^{-1}	mgL^{-1}	mgL^{-1}	mgL^{-1}	

大腸菌群は、Sta.2を除く全ての湧水で検出された。

硝酸態窒素濃度の値、及び大腸菌群検出の結果から、崖下泉を除く Stas.1-3では、家庭廃水等による汚染が予想されるが、その起源は、本調査の限りでは明らかではない。

3. 湧水の利用

湧水は、主として、野菜や台所用具の洗浄等に使われている。旧郡上八幡町での1950年代の赤痢の常習的な発生以後、上水道が整備され¹³⁾、一般に湧水を飲水とすることは控えられているが、一部では飲用の習慣も残っており、また旅行者など水質事情を知らないままにその場で飲用されたり、お茶用の水として持ち帰られたりする例も少なくない。硝酸態窒素の飲料水の水質基準は10mgL⁻¹以下であり、現在の湧水は危険なレベルにあるわけではなく、また検出された大腸菌群についても、糞便性かどうかなどの検討が必要であるが、前述のように家庭廃水による汚染が否定できないため、不用意な飲用は避けるべきであろう。

謝 辞

郡上八幡市在住の和田康夫、三輪春男氏をはじめとする「長良川水系・水を守る会」の会員の方々には、現地での試料採集や情報の提供など様々な援助を受けた。謝意を表する。

本研究の一部は、(財)日本自然保護協会プロナトゥーラ・ファンド、及び名古屋女子大学総合科学研究所の助成を受けて実施したものである。

文 献

- 1) Pielou, E. C.: Freshwater, The University of Chicago Press (1998)
- 2) 日本の水をきれいにする会：名水百選，行政（1985）
- 3) 陸羽（布目潮風・中村喬訳註）：茶経，「中国の茶書」pp.35-147，平凡社（1976）
- 4) 畑明郎：土壌・地下水汚染，有斐閣（2001）
- 5) 藤縄克之：汚染される地下水，共立出版（1990）
- 6) 小川吉雄：地下水の硝酸汚染と農法転換，農山漁村文化協会（2000）
- 7) 平田健正：土壌地下水汚染と対策，日本環境分析協会（1996）
- 8) 脇田浩二，原山智，鹿野和彦，三村弘二，坂本亨：1：200,000 地質図 岐阜，通商産業省工業技術院地質調査所（1992）
- 9) 宗祇水奉賛会・郡上八幡観光協会：宗祇水，郡上八幡町（1987）
- 10) 西條八束，三田村緒佐武：湖沼調査法，講談社（1995）
- 11) 日本水道協会（編）：上水試験法，日本水道協会（1978）
- 12) 島野安雄，安田守：岐阜県・愛知県の名水一養老の滝と菊水泉・宗祇水・長良川（中流域）・木曾川（中流域）一，日本地下水学会（編）「名水を科学する」pp.140-156，技報堂出版（1994）
- 13) 小瀬洋喜：郡上八幡町の飲料水汚染と「名水百選・宗祇水」，日本水環境学会（編）「日本の水環境4 東海・北陸編」pp.221-222，技報堂出版（1999）

Summary

Physical and chemical features of upwelling waters from 10 springs in Gujo-hachiman City, Gifu Prefecture, Central Japan, were examined monthly from June 2003 to July 2004. Based on the fluctuations in water temperature, pH, and conductivity, the 10 springs studied were classified into two types. One type included those originating from shallow aquifer and distributed on hillsides, and the others, which included one of the most famous springs in Central Japan named Sougi-sui Spring, was composed of those from deeper origin. Coliform bacteria were detected in almost all of the springs, and nitrate ion concentrations in the latter type were relatively high. This indicates that traditional water use such as drinking raw water should be abstained.

key words: drinking water, groundwater, Gujo-hachiman City, nitrogen pollution, spring