諏訪湖に流入する上川流域の水質濃度 ～2006 年値と 2024 年値との比較～

三木誠道[1,2]・宮澤正徳[1]・小平由美子[1,2]

2024年 11月に，諏訪湖へ流入する上川流域の 14地点で水質測定を行った．全窒素濃度は 0.20～2.05 mg L-1，全リン濃度は 0.013～0.053 mg L-1であった．また，全窒素濃度は上川へ左岸側から流入する支流のほうが上川の右岸側から流入する支流よりも高い傾向が認められたが，全リン濃度には左岸側の支流と右岸側の支流で差がみられなかった．2006 年の調査の結果と比較すると，全窒素濃度は 10 地点で減少し，全地点平均で 7%の減少であった．また，全リン濃度は 12 地点で減少し，全地点平均で 31%の減少であった．

キーワード：全窒素，全リン

1　はじめに

高度経済成長期の諏訪湖では，産業排水や生活排水の流入により富栄養化が進行した結果，1960 年代から 1980 年代頃まではアオコが大量に発生して大きな社会問題となった[1]．その後，流域下水道終末処理場が設置されたことや工場・事業場の排水規制，農地への対策を行った結果，諏訪湖に流入する汚濁物質は減少した[2]．現在では諏訪湖内の全窒素の濃度は環境基準値(0.6 mg L-1)よりもやや高い値ではあるが改善傾向であり，全リンの濃度は環境基準(0.050 mg L-1)未満の値になっている[2]．また，長野県が実施している公共用水域常時監視業務の結果を見ると，諏訪湖の主要流入河川のひとつである上川を含め他の測定地点において，全窒素，全リンなどの濃度は長期的には減少傾向にある[3](図 1)．

最近 20 年程度の水質調査についてみると，上川流域全域を対象としたまとまった調査は 2006 年度以降行われていない．そこで本研究では，上川流域の汚濁物質の現状把握を目的として，2006 年度の長野県調査[4,5]と同様の調査を行い，水質の変化について検討した．

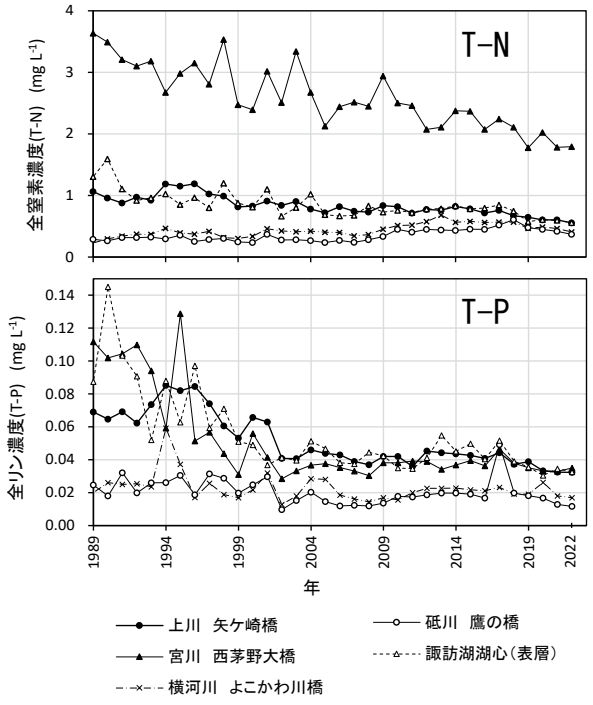


図 1　諏訪湖内と諏訪湖流入河川の全窒素濃度(T-N)と全リン濃度(T-P)の経年変化

2　方法

2.1　調査地の概要

長野県の中央に位置する諏訪湖は，周囲 15.9 km，面積 13.3 km2 の県内最大の湖で流域面積は約 531 km2である．湖に流入する河川は 31 河川，流出する河川は天竜川の 1 河川である．今回調査対象とした上川流域の面積は約 252 km2と諏訪湖に流入する河川流域のなかで最大であり，諏訪湖への全窒素と全リン等の流入を考えるうえで重要な位置を占める．この研究では，上川の各支流の水質の変化を把握する目的で，本流及び支流に合計 14 地点(K1－

1　長野県諏訪湖環境研究センター　〒394-0081　岡谷市長地権現町 4-11-51
2　現：長野県企業局松塩水道用水管理事務所　〒399-6461　塩尻市大字宗賀字本山 5225-1

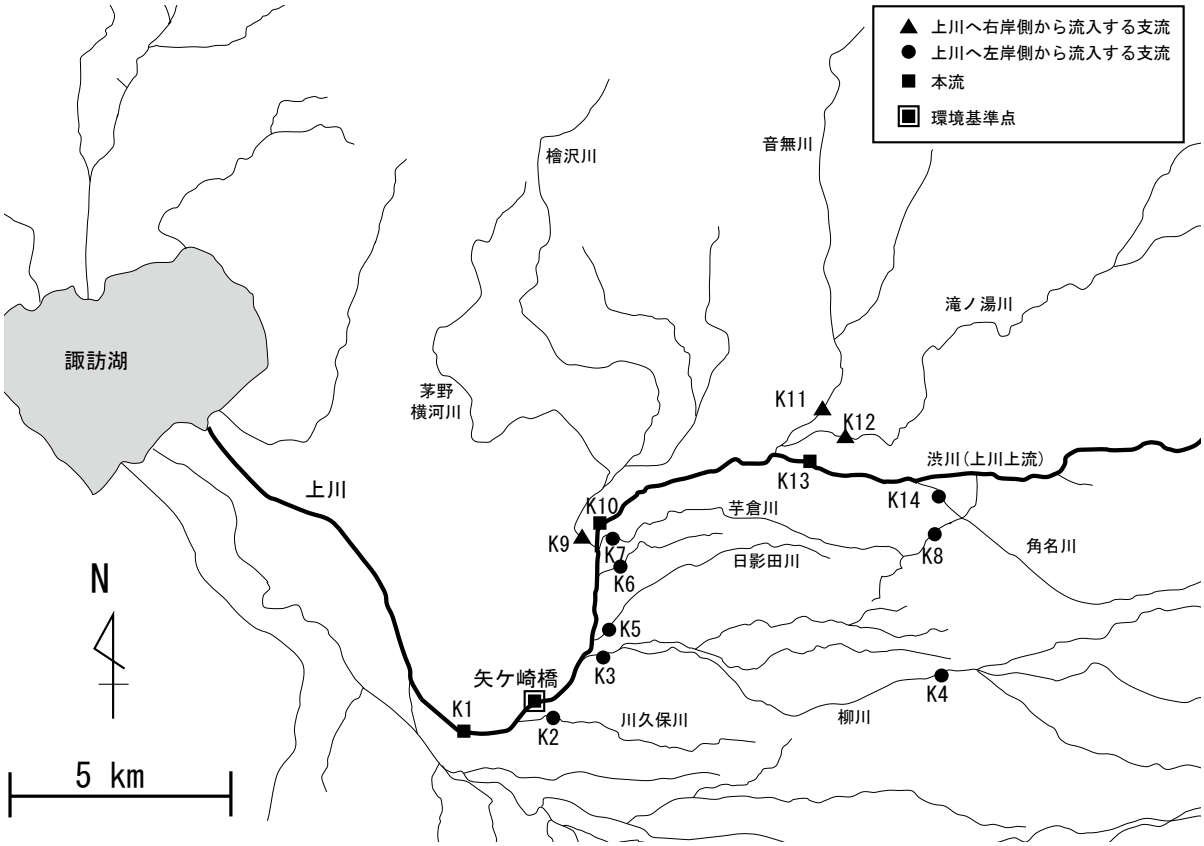


図 2　調査地点の位置

表 1　上川流域における調査地点の位置，物理環境，現地での水質測定値

区分	地点記号	河川・支流名	緯度N (° ' ")	経度E (° ' ")	標高 (m)		川幅 (m)	水深 (m)	流速 ($m\ s^{-1}$)	流量 ($m^3\ day^{-1}$)	水温 (℃) 2006/10/4 *1	水温 (℃) 2006/12/6 *1	水温 (℃) 2024/11/7	pH 2006/10/4 *1	pH 2006/12/6 *1	pH 2024/11/7	電気伝導率 ($mS\ m^{-1}$) 2006/10/4 *1	電気伝導率 ($mS\ m^{-1}$) 2006/12/6 *1	電気伝導率 ($mS\ m^{-1}$) 2024/11/7
上川　本流	K1	上川	35° 59' 25"	138° 09' 10"	783	左岸側	14.10	0.70	1.22	1,040,000	17.0	4.8	9.6	7.5	7.4	7.1	15.3	16.3	13.7
						右岸側	13.20	0.74	1.65	696,000									
	K10	上川	36° 01' 23"	138° 10' 39"	859		9.90	0.71	0.97	587,000	17.8	6.8	10.3	7.7	7.5	7.8	16.1	18.0	14.7
	K13	渋川（上川上流）	36° 01' 58"	138° 13' 19"	955		6.15	0.58	1.10	339,000	15.5	5.5	9.7	6.8	7.2	7.4	19.4	21.3	18.9
上川へ左岸側から流入する支流	K2	川久保川	35° 59' 28"	138° 09' 44"	798		5.30	0.14	0.74	47,200	16.8	4.2	9.9	7.5	7.3	7.2	19.2	16.7	19.1
	K3	柳川（下流）	36° 00' 14"	138° 10' 45"	834	左岸側	4.50	0.31	0.51	61,800	16.9	4.5	8.6	7.7	7.5	7.2	18.4	18.0	14.9
						右岸側	3.10	0.50	1.65	221,000									
	K4	柳川（上流）	36° 00' 03"	138° 14' 50"	1,092		4.20	0.57	1.22	253,000	13.3	4.2	7.0	5.0	5.1	7.2	19.6	17.5	14.1
	K5	日陰田川	36° 00' 20"	138° 10' 36"	831		4.90	0.15	1.19	75,700	17.7	6.3	11.3	7.9	7.6	7.8	22.4	22.0	22.4
	K6	名称不明	36° 00' 45"	138° 10' 37"	842		2.80	0.03	0.97	7,070	18.0	6.5	11.1	7.9	7.7	7.6	18.9	19.1	17.7
	K7	芋倉川（下流）	36° 01' 20"	138° 10' 44"	861		1.97	0.11	1.87	35,000	17.4	6.4	11.3	7.9	7.8	7.5	24.0	21.7	19.3
	K8	芋倉川（上流）	36° 01' 25"	138° 14' 47"	1,082		2.05	0.03	0.54	2,840	14.2	6.2	7.8	6.9	7.5	7.1	19.4	19.4	22.5
	K14	角名川	36° 01' 44"	138° 14' 37"	1,029		3.30	0.25	0.58	41,300	15.3	5.6	9.6	6.9	7.2	7.4	17.4	15.4	15.4
上川へ右岸側から流入する支流	K9	茅野横河川	36° 01' 16"	138° 10' 34"	855		5.52	0.66	1.82	573,000	15.9	8.3	11.0	7.3	7.7	7.5	6.8	7.2	5.7
	K11	音無川	36° 02' 24"	138° 13' 07"	949		7.15	0.40	1.38	341,000	15.9	7.5	10.2	7.4	7.7	7.8	11.0	10.3	6.1
	K12	滝ノ湯川	36° 02' 17"	138° 13' 27"	962		4.80	0.95	0.30	119,000	14.9	6.0	9.8	7.2	7.5	7.5	18.2	18.9	18.1

*1 : 長野県(2007)による測定値

K14)で調査を実施した(図 2, 表 1). なお, これらの地点は, 2006 年度の長野県調査[4),5)]の採水地点とおおむね一致していたが, K8 のみが 2006 年度調査よりも約 400 m 上流であった.

2.2　採水および水質分析

2024 年 11 月 7 日に, 各調査地点(K1－K14)で調査を行った(図 2). 調査当日の天候は晴れで, 増水や濁り等の影響は見られず平水状態であった.

現場では流心または川岸でバケツにより 1 L 以上を採水し, 水質分析用の試料として 500 mL をポリエチレン製ボトルに保存した後に, pH(JIS K0102-12　pH, TOA DKK 製 WM-32EP), 電気伝導率(JIS K0102-13　電気伝導率, TOA DKK 製 WM-32EP), 水温を測定した. また, 流量($m^3\ s^{-1}$)を算出するため, 河川の複数の箇所で流速, 川幅, 水深を測定した(JIS K0094 8.4 流速計による測定, または昭和 46 年 9 月 30 日付け環水管第 30 号環境省水質保全局通達水質

調査方法 四(1)カ　浮木測定)．流量は，流速と川幅と水深を掛け，河川断面の形状を現地での測定に基づき三角形または四角形に近似して求めた．試料を持ち帰った後，全窒素濃度(JIS K0102-2 17.3　酸化分解-紫外線吸光光度法)と全リン濃度(JIS K0102-2 18.4　ペルオキソ二硫酸カリウム分解法)を測定した．

2.3　2006 年測定値との比較

長野県調査 [4),5)]の水質測定結果を確認したところ，11 月に近い時期としては 10月4日および 12月6日に採水を行っていた．そこで，10 月から 12 月にかけて水質濃度が直線的に変化したと仮定して，2006 年の 10 月と 12 月の平均値を 2024 年 11 月測定値と比較した．なお，10 月から 12 月にかけて水質濃度が直線的に変化したという仮定は，常時監視を実施している環境基準点(上川　矢ケ崎橋)の 10 年間(2013 年から 2022 年) [3)]の月別値をみると，比較的妥当と思われる(図 3)．

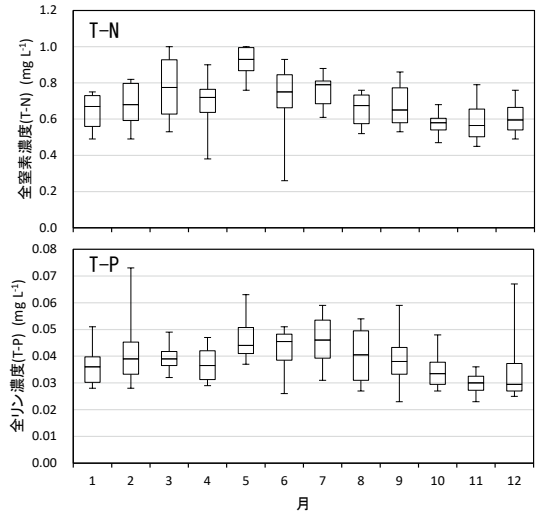


図 3　環境基準点(上川 矢ケ崎橋)の全窒素濃度(T-N)と全リン濃度(T-P)の月別値(2013 年から 2022 年)

3　結果及び考察

3.1　2024 年の水質測定値

測定結果を図 4，表 1，表 2 に示す．

今回調査した 14 地点では，pH が 7.1(地点 K1, K8)～7.8(地点 K5，K10，K11)，電気伝導率が 5.7 mS m^{-1} (地点 K9)～22.5 mS m^{-1} (地点 K8)の範囲にあった(表 1)．また，汚濁負荷指標となる全窒素濃度は 0.20 mg L^{-1}(地点 K4)～2.05 mg L^{-1}(地点 K2)，全リン濃度は 0.013 mg L^{-1}(地点 K11)～0.053 mg L^{-1}(地点 K13)の範囲にあった(表 2)．

全窒素濃度は，地点によって大きく異なっており，上川へ左岸側から流入する支流のほうが上川へ右岸側から流入する支流より高い傾向が認められた(*Welch* の *t* 検定，t=2.65，p<0.05)(図 4，表 2)．土地利用種別のデータ [6),7)](表3)に基づき上川左岸側と上川右岸側の土地利用を比較すると，左岸側は森林，田，建物用地，その他の農用地(主に畑地)の割合が多いのに対し，右岸側は森林と荒地の割合が多い．上川流域には窒素肥料の施肥をする葉茎菜類の栽培地や水田が多いため [8)]，農地の多寡が左岸側の支流と右岸側の支流の全窒素濃度の相違に影響したと考えられた．一方，全リン濃度については，左岸側の支流と右岸側の支流の間で有意な差は認められなかった(*Welch* の *t* 検定，t=0.84，p>0.05)(図 4，表 2)．

同一流程に複数地点がある場合には，全窒素，全リンともに，下流地点ほど濃度が高かった(地点 K3 ＞地点 K4，地点 K7＞地点 K8)(図 4，表 2)．

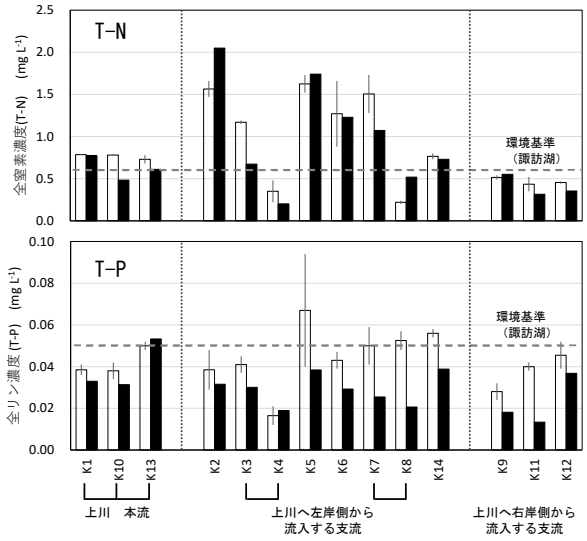


図 4　各調査地点における全窒素濃度(T-N)と全リン濃度(T-P)の 2006 年 10 月および 12 月(白棒)と 2024 年 11 月(黒棒)との比較
(白棒の線は最大値－最小値)

3.2　2006 年と 2024 年の比較

2006 年と 2024 年の pH，電気伝導率，全窒素，全リンの値を比較した．その結果，pH は地点 K4 を除いた 13 地点で 2006 年と 2024 年は同程度の値であった(表 1)．2006 年当時に，地点 K4 の pH が 5.0

表 2　上川流域における全窒素濃度(T-N)，全リン濃度(T-P)，流量

区分	地点記号	河川・支流名	全窒素濃度(T-N) (mg L^{-1})				全リン濃度(T-P) (mg L^{-1})				流量 (m^3 day^{-1})			
			2006/10/4 *1	2006/12/6 *1	2024/11/7	対過去調査比率(%)*2	2006/10/4 *1	2006/12/6 *1	2024/11/7	対過去調査比率(%)*2	2006/10/4 *1	2006/12/6 *1	2024/11/7	対過去調査比率(%)*2
上川　本流	K1	上川	0.78	0.79	0.78	99	0.041	0.036	0.033	86	814,000	611,000	1,740,000	**244**
	K10	上川	0.79	0.77	0.48	62	0.042	0.034	0.031	83	118,000	113,000	587,000	**508**
	K13	渋川（上川上流）	0.68	0.78	0.61	84	0.052	0.048	0.053	**107**	138,000	107,000	339,000	**277**
上川へ左岸側から流入する支流	K2	川久保川	1.66	1.47	2.05	**131**	0.048	0.029	0.032	82	85,100	48,200	47,200	71
	K3	柳川（下流）	1.19	1.15	0.67	57	0.045	0.037	0.030	73	104,000	105,000	283,000	**271**
	K4	柳川（上流）	0.48	0.22	0.20	58	0.021	0.012	0.019	**115**	59,700	135,000	253,000	**260**
	K5	日陰田川	1.52	1.73	1.74	**107**	0.094	0.040	0.038	57	67,500	48,200	75,700	**131**
	K6	名称不明	1.66	0.88	1.23	97	0.047	0.039	0.029	68	20,800	25,900	7,070	30
	K7	芋倉川（下流）	1.28	1.73	1.07	71	0.059	0.041	0.025	51	56,100	6,730	35,000	**111**
	K8	芋倉川（上流）	0.20	0.24	0.52	**236**	0.057	0.048	0.021	39	61,200	49,500	2,840	5
	K14	角名川	0.80	0.73	0.73	95	0.054	0.058	0.039	69	40,600	45,300	41,300	96
上川へ右岸側から流入する支流	K9	茅野横河川	0.54	0.49	0.55	**107**	0.032	0.024	0.018	65	147,000	86,900	573,000	**490**
	K11	音無川	0.52	0.35	0.32	73	0.042	0.038	0.013	33	101,000	84,400	341,000	**368**
	K12	滝ノ湯川	0.47	0.44	0.35	78	0.052	0.039	0.037	81	70,100	167,000	119,000	**100**
		全地点平均	0.90	0.84	0.81	93	0.049	0.037	0.030	69				

*1：長野県（2007）による測定値

*2：「2024年測定値／（2006年10月4日と2006年12月6日の平均値）」を対過去調査比率とした。100%を超える値を太字として示した。

表 3　採水地点の流域の土地利用

河川グループ	地点番号	河川名	流域面積(ha)	土地利用種ごとの面積割合(%)						
			総計	田	その他の農用地	荒地	建物用地	その他の用地	ゴルフ場	森林
上川へ左岸側から流入する支流	K2	川久保川	398	48.5	8.8	0.3	31.9	4.5		6.0
	K3	柳川（下流）	5381	7.0	6.4	5.2	6.2	0.6	1.4	73.2
	K5	日陰田川	692	31.5	19.5	0.3	16.5	1.3	2.5	28.5
	K6	名称不明	171	23.4	19.9		40.9			15.8
	K7	芋倉川（下流）	255	32.9	23.9		22.7	0.8		19.6
	K14	角名川	1333	4.6	8.9	3.2	4.1	0.2	3.1	76.1
		小計	8230	11.8	8.8	3.9	9.2	0.8	1.6	63.8
上川へ右岸側から流入する支流	K9	茅野横河川	3919	3.5	3.8	13.6	1.7	0.5	0.9	76.1
	K11	音無川	2922	4.7	0.7	7.7	4.2	6.0		76.7
	K12	滝ノ湯川	3611	0.6	0.6	6.0	5.0	1.5	1.2	85.0
		小計	10452	2.8	1.8	9.3	3.5	2.4	0.8	79.4

地点K3, K5, K7, K14, K9, K11, K12：農研機構 河川土地利用算定プログラム(QJRB)で求めた。
地点K2, K6：国土交通省細分メッシュデータを印刷し、紙上の面積から求めた。

～5.1 と極端に低かった理由について長野県調査 [4),5)] には記述がなく，原因は不明である．電気伝導率は，2006 年と 2024 年で同程度の値であった(表 1)．

2024 年の全窒素濃度は，14 地点中 10 地点で 2006 年より減少，4 地点(K2，K5，K8，K9)で増加したが，両年の濃度の間には有意な差は認められなかった(対応のある t 検定，t=0.89，p>0.05)(図 4，表 2)．一般的に，河川の窒素濃度は，面源である農地面積，窒素肥料の使用状況等に影響を受けるが [9)]，長野県ではエコファーマー認定制度等の施策展開による減肥が進められており [2)] 施肥量が極端に増加することは考えにくい．今後，これら増加地点の水質モニタリングを継続して，増加傾向の一貫性を確かめるとともに，要因を特定していく必要がある．

一方，2024 年の全リン濃度は 14 地点中 12 地点で 2006 年よりも低下しており，両年の平均値には有意差があった(対応のある t 検定，t=4.46，p<0.01)(図 4，表 2)．増加した地点も，増加幅は小さかった．この結果は，全リン濃度が改善してきた諏訪湖の傾向 [2)] と一致する．要因としては，諏訪湖が指定湖沼に指定され，工場・事業場の排水規制，農地への対策を行った結果が表れたためであると思われる．なお，地点 K13 の全リン濃度が比較的高いことから，採水地点の上流部にリンの排出源があると思われる．

4　まとめ

2024年に上川流域の14地点で水質を測定したところ，全窒素濃度は上川左岸側の支流のほうが上川右岸側の支流よりも高い傾向が認められたが，全リン濃度には左岸側の支流と右岸側の支流で差がみられなかった．

2006年の結果と比べると，全窒素濃度は多くの地点で減少していたが，増加している地点もあった．一方，全リン濃度はほとんどの地点で低下していた．濃度の増加した原因や土地利用との関連については，今後の検討課題である．

文　献

1）沖野外輝夫・花里孝幸(2005)山岳科学叢書 3 アオコが消えた諏訪湖－人と生き物のドラマ，沖野外輝夫･花里孝幸(編著)，信濃毎日新聞社，長野県，29pp.

2）長野県諏訪地域振興局，諏訪湖創生ビジョン：https://www.pref.nagano.lg.jp/suwachi/suwachi-kikaku/vision/vision.html(2026年3月確認)

3）長野県，河川・湖沼等の水質測定結果：https://www.pref.nagano.lg.jp/mizutaiki/kurashi/shizen/suishitsu/kasen/index.html(2026年3月確認)

4）吉田富美雄・柳町信吾・堀順一・渡辺哲子・佐々木一敏・飯田幸雄(2009)諏訪湖流入河川汚濁負荷実態調査，全国環境研会誌，34(2):pp.57-64.

5）長野県(2007)平成 18 年度　諏訪湖流入河川汚濁実態調査，諏訪保健所・環境保全研究所，長野県.

6）国立研究開発法人 農業･食品産業技術総合研究機構，河川上流域土地利用算定ツール(QJRB)：https://www.naro.go.jp/project/results/5th_laboratory/niaes/2022/niaes22_s10.html(2026年3月確認)

7）国土交通省，国土数値情報・土地利用細分メッシュデータ：https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-2021.html(2026年3月確認)

8）JA信州諏訪，信州諏訪の農作物：https://www.ja-suwa.iijan.or.jp/grow(2026年3月確認)

9）山本浩一・小林卓也・清水達雄・橘治国(2001)酪農・畑作地帯の河川への地下水流出量推定と河川水質の変動特性，環境工学研究論文集，38:187-196.

Water Concentration of Kamigawa River Drainage in 2024: Comparison of 2006 and 2024 values

Seido MIKI[1, 2], Masanori MIYAZAWA[1], Yumiko KODAIRA[1,2]

1　Research and Studies Department, Nagano Prefecture Lake Suwa Environmental Research Center, 4-11-51 Gongen-Cho, Osachi, Okaya, Nagano 394-0081, Japan

2　Present address: Nagano Prefecture Shoen Water Supply Management Office, 5255-1 Motoyama, Soga, Shiojiri, Nagano 399-6461, Japan

Key words：　total nitrogen,　total phosphorus

Abstract

Nutrient and other water quality concentrations of Kamigawa river, a major tributary of Lake Suwa, were studied in November 2024. Total nitrogen concentrations at the right bank points of Kamigawa river　were higher than at the left bank points, but total phosphorus concentrations were indistinguishable between the right and left bank points.

Compared to the results in fiscal year 2006, there were many points where the total nitrogen concentration had decreased, but some points where the concentration had increased. On the other hand, the total phosphorus values had decreased at most points.