

千曲川における窒素化合物の地域変化および負荷量に関する検討

国立長野高専 学生会員 ○ 早川 さゆり
 国立長野高専 正会員 酒井 美月
 三重大学農学部 永井 駿

1. 背景と目的

長野県の千曲川では、下流の信濃川（新潟県）に比べ全窒素の濃度が高い傾向があるという報告がある¹⁾。

窒素、リンなどの栄養塩類は植物の成長を支える物質であるが、過剰に存在すれば水生生物や人間に害を与えるため水質を調べる上で重要な項目とされている。その起源としては農耕地・森林や下水放流水や畜産排出物が考えられている。しかしながら、河川を対象とした窒素、リンの規制は行われていないため、起源や季節変化などの把握が不十分である。

そこで本研究では、千曲川本流とその支流である鳥居川を対象に窒素化合物の分析を行い、支流からの負荷量の推定と、周辺土地利用と季節変動による千曲川における窒素化合物濃度の変化に関する検討を行うことを目的とした。

2. 調査対象地域

2.1 千曲川本流

源流がある川上村から新潟県境の飯山市にかけて、AからIの9地点（図1）において夏期と冬期の年2回採水を行った。

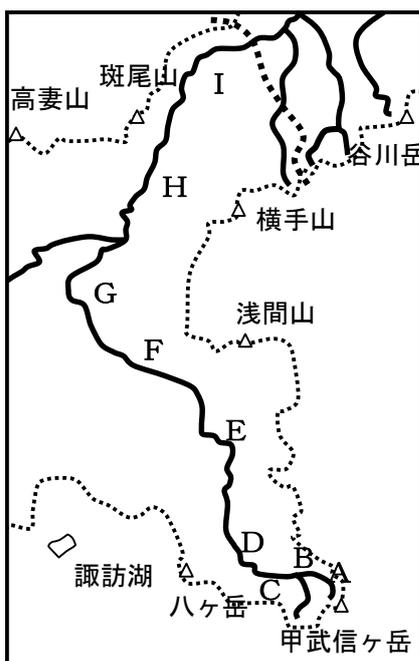


図1 千曲川本流概要図

河川長 214km 高低差 2475m 流域面積 7163km²

2.2 千曲川支流鳥居川

鳥居川はH(中野市)で千曲川に合流する河川である。1から9とHの10地点（図2）において月1回採水を行った。

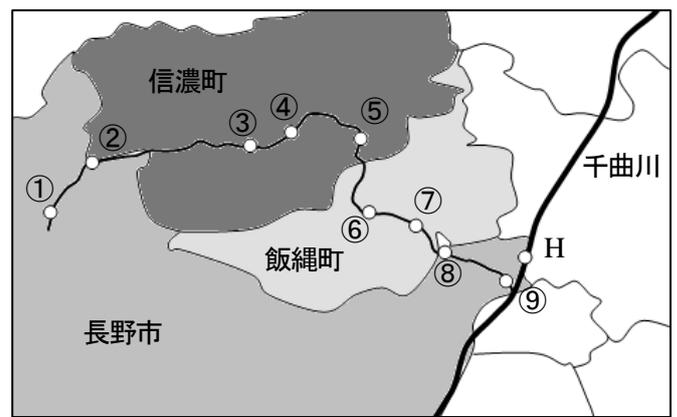


図2 調査対象地点概要図

河川長 34.8km 高低差 940m 流域面積 162.4km²

3. 分析項目と手法

水温、気温、溶存酸素量 (DO)、電気伝導率 (EC)、pH を現地測定し、実験室で懸濁物質 (SS)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、硝酸態窒素 (NO₃-N)、全窒素 (TN) を上水試験法・下水試験法に準拠し測定した。降雪期に地点1で積雪を採取し同様に分析を行った。また、TN から、NH₄-N、NO₃-N を除して全有機窒素 (TON) を算出した。TOC 測定機により全炭素 (TC) と NPOC 法により全有機炭素 (TOC) を測定した。

4. 分析結果

4.1 千曲川の濃度と組成

図3に2月（冬期）および7月（夏期）の千曲川本流の分析結果を示した。夏期は冬期に比べて TON の割合が多かった。7月の採水ではCで大幅な濃度の上昇がみられた。両期とも AD 間での急激な濃度上昇があり、C以降は全体的に NO₃-N の占める割合が高い。千曲川最上流域は人口密度は高くないものの、その集水域には農耕地が広がっており、人為起源のものよりも森林由来に加え農耕地からの影響が示唆される。

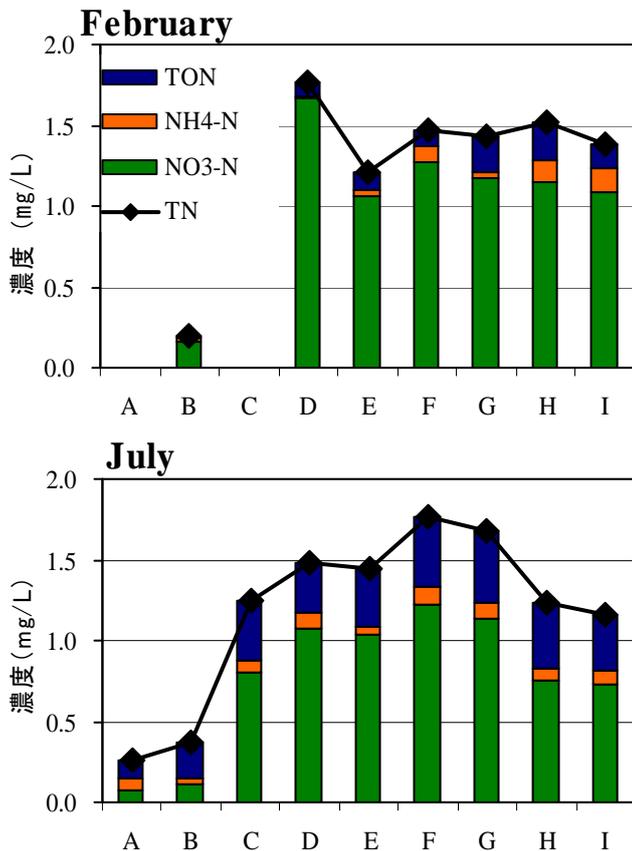


図3 千曲川河川水中の窒素化合物濃度
上図：冬期（2月） 下図：夏期（7月）

水質環境基準では、生活環境項目で湖沼における TN の貧栄養と富栄養の限界値が 0.15~0.2mg/L なのに対し、千曲川では源流で 0.26mg/L と高濃度であった。下流では H から濃度が低下しており、これは流量増加による希釈の影響が考えられる。I で積雪を採取し、分析を行った結果、NH₄-N と TON の占める割合が多く、その濃度も 0.63mg/L と上流河川水より高濃度であった。関東圏においてはとくに、首都圏由来の窒素化合物が山間部に大気降下物として影響を与えているとの報告がある²⁾。千曲川流域においても、冬期の下流での NH₄-N 上昇については大気降下による影響も考えられる。

4.2 支流鳥居川の濃度と組成

表1に年平均値を示す。上流から下流、本流にかけて濃度が全項目で上昇傾向にあり、流下に伴う濃度の増減

表1 窒素化合物測定結果 (12ヶ月平均 mg/L)
上流部：1、2、3、4 下流部：5、6、7、8、9

	鳥居川		千曲川 立ヶ花	大気降下物 雪
	上流部	下流部		
TN	0.22	0.78	1.49	-
NH ₄ -N	0.02	0.07	0.11	0.087
NO ₃ -N	0.08	0.44	0.93	0.051
TON	0.14	0.29	0.41	-

は調査期間を通じて類似の傾向を示した。特に NO₃-N の全体に占める比率および濃度の上昇が顕著で、NH₄-N は全地点でわずかであった。上流部では TON 割合が高いが地点 5 以降の下流部では組成に変化が起り NO₃-N と NH₄-N の割合が増した。鳥居川には多くの用水があり、特に下流にその数が多い³⁾。農用地や宅地が増えることや有機物の硝化作用による影響が理由として考えられる。

春から夏にかけて NO₃-N の濃度が上昇し、夏から秋にかけて NH₄-N、NO₃-N が減少、冬期に再び上昇する傾向がある。積雪中の NH₄-N と NO₃-N が上流部の河川水に比べて高いことから、冬期には積雪の、春期には融雪の影響を受けている可能性が考えられる。

5. 負荷量

表2に鳥居川の2地点および千曲川合流部における窒素負荷量を示す。負荷量は流量と窒素濃度の積により求め、各月のデータより年間負荷量として算出した。鳥居川からの本流への負荷割合は NO₃-N、NH₄-N、TON でそれぞれ 2.0、2.3、2.7%であり、TON が一番高かった。

鳥居川水系の千曲川水系に占める面積比率は約 2% であり、これにはほぼ一致する結果となった。しかしながら、流量増加や積雪の影響から、夏期と冬期の負荷量には差があり、季節によって変化すると考えられる。

表2 窒素流出負荷量 (ton N/year)

	鳥居川		千曲川	千曲川への 負荷割合(%)
	地点3	地点9	H	
TN	62.1	195	8511	2.3
NH ₄ -N	4.69	11.8	593	2.0
NO ₃ -N	16.7	100	4904	2.0
TON	40.6	82.8	3014	2.7

6. まとめ

千曲川上流部での急激な濃度上昇は周辺の農業排水と密接な関係があると思われる。下流に向かって濃度は徐々に低下した。これには支流からの流入による希釈が影響していると考えられる。降雪の影響が無視できない可能性があり、冬期の詳細な調査が必要だと考えられる。

参考文献

- 1) 「河川と栄養塩類 管理に向けての提言」大垣真一郎 監修、技報堂出版 (2005)
- 2) 「大気由来の窒素に着目した流域の窒素収支に関する研究」財団法人 河川環境管理財団 (2009)
- 3) 松岡保正 「鳥居川流域の水環境について」長野高専 紀要 第30号 (1996)