

長岡技術科学大学大学院

○三田美紀、古関健一

長岡技術科学大学 環境・建設系

小松俊哉、姫野修司

1. はじめに

信濃川は全流域面積 11,900 km² (全国第3位)、総延長 367 km (全国第1位)、総水量約 160 億 m³ (全国第1位) とわが国屈指の大河川であり、千曲川として長野県内の 74 市町村を流れた後、新潟県に入り 57 市町村を流れて日本海に注ぐ。信濃川流域には約 300 万人が生活しており、その河川水は水道水源として重要な役割を果たしている一方、工場排水・農業排水・下水処理水・生活雑排水など各種排水の放流先としても用いられている。そのため、この信濃川を原水とする水道水において、化学物質などが細胞のもつ DNA に作用して、突然変異を引き起こす変異原性を示すことが田中ら¹⁾により報告されている。水道水が変異原性を示す主要な原因としては、水道原水中に含まれる変異原前駆物質が、衛生的に不可欠である塩素処理により変異原性物質に変化するためである。

その変異原前駆物質強度の指標として、塩素を添加した水道原水の変異原性を測定する、変異原性生成能 (Mutagen Formation Potential) が高梨ら²⁾により提案されている。本研究では、Ames 変異原性試験を用いた変異原性生成能により信濃川下流域における水道原水の安全性評価をするため、変異原性生成能調査を行ない、季節と採水地点による変動をみた。さらに、他の水質項目との相関性もみた。

2. 実験方法

採水地点を図-1 に示した。試料水には、水道原水として 6 地点、補完のため 2 地点 (2 と 4) を採水した。2001 年 10 月から 2002 年 8 月までの計 11 回の採取をしており、好天が続き水質が安定したと考えられる平日に、ポリタンクにより河川の表流水を採水した。その際、TOC、アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素を測定した。

実験方法は高梨ら³⁾の方法に基づいた。濾過した試料水を pH=7 に調整後、次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いて塩素処理し、20℃で 24 時間に静置して、Sep-Pak PS-2 Plus により 1000 倍濃縮した。Ames 変異原性試験⁴⁾は、*Salmonella typhimurium* TA98 株、TA100 株を用いて、代謝活性化物質 S9mix 添加または無添加による 4 条件でプレインキュベーション法によって試験を行なった。評価は正味の復帰コロニー数および MR 値で行なった。

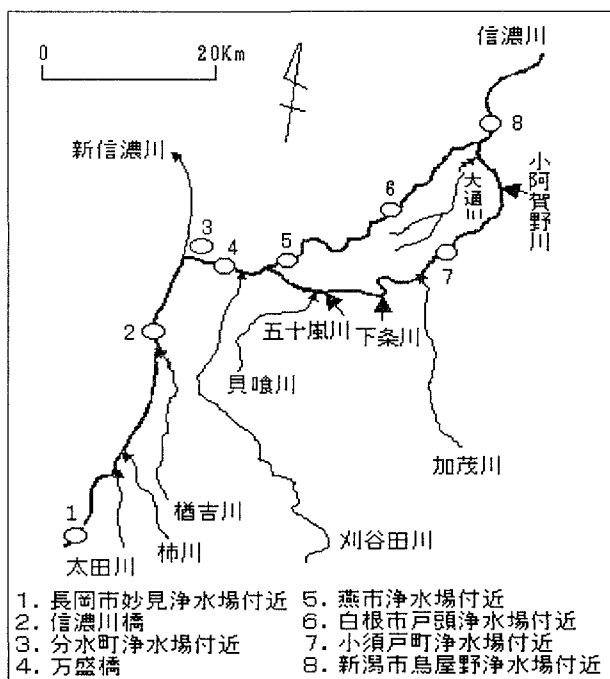


図-1. 信濃川下流域における採水地点

3. 結果および考察

3. 1 Ames 変異原性試験結果

10 月における 4 条件で行なった変異原性生成能結果を表-1 に示す。表-1 より、信濃川下流域は代謝活性剤 S9mix 添加条件での変異原性は全てにおいて陰性であり、代謝活性化されると変異原性は弱くなることが明らかとなった。また、TA100-S9 の寄与率が最も高いことから、以後 TA100-S9 条件のみで試験することとした。

10 月から 8 月までの TA100-S9 条件で行なった変異原性生成能結果を表-2、図-2 に示す。なお、表-2 では平均値をとる際に、N.D. は MR 値=1.4 の正味の復帰コロニー数として計算し、図-2 ではその値を表示した。

表-1. 10 月における 4 条件での

変異原性生成能結果 [net rev./L]

採水地点	TA98-S9	TA98+S9	TA100-S9	TA100+S9
1	320	N.D.	850	N.D.
2	410	N.D.	1280	N.D.
3	390	N.D.	1100	N.D.
4	340	N.D.	880	N.D.
5	340	N.D.	920	N.D.
6	400	N.D.	1770	N.D.
7	390	N.D.	1510	N.D.
8	290	N.D.	1970	N.D.

表-2. TA100-S9 条件での変異原性生成能結果 [net rev./L]

採水地点	2001.10	2001.11	2002.12	2002.1	2002.2	2002.3	2002.4	2002.5	2002.6	2002.7	2002.8	地域別平均値
1	850	N.D.	1,300	3,000	470	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	590	800
2	1280	1,000	-	4,000	-	-	-	580	520	N.D.	570	1,190
3	1100	760	1,200	1,200	760	670	N.D.	430	N.D.	N.D.	520	720
4	880	N.D.	1,400	3,000	760	700	N.D.	500	N.D.	N.D.	-	910
5	920	N.D.	1,800	3,300	500	1,000	N.D.	640	N.D.	490	670	960
6	1770	2,000	1,300	-	780	760	400	680	380	N.D.	450	900
7	1510	2,100	1,500	2,000	600	640	730	440	840	520	580	1,040
8	1970	1,800	1,500	2,300	820	2,300	1,080	790	980	600	510	1,320
月別平均値	1,280	1,150	1,440	2,690	670	930	530	560	550	470	550	

N.D.<310~570 net rev./L 未測定 - MR 値<1.4 陰性 1.4≤MR 値<2.0 擬陽性 2.0≤MR 値 陽性

表-2 より、変異原性生成能は 10 月、12 月および 1 月においてほぼ全地点で陽性を示した。また、7 (小須戸町浄水場付近) と 8 (新潟市鳥屋野浄水場付近) の全ての月で陽性もしくは擬陽性であった。2 月から 7 月までは下流ほど変異原性が高くなる傾向がみられた。

他の河川と比較してみると、吉井川の変異原性生成能は、11 月 825~1,700:平均 1,170、4 月 1,000~2,200:平均 1,700、7 月 600~1,200:平均 920 [net rev./L] という報告を鵜崎⁵⁾

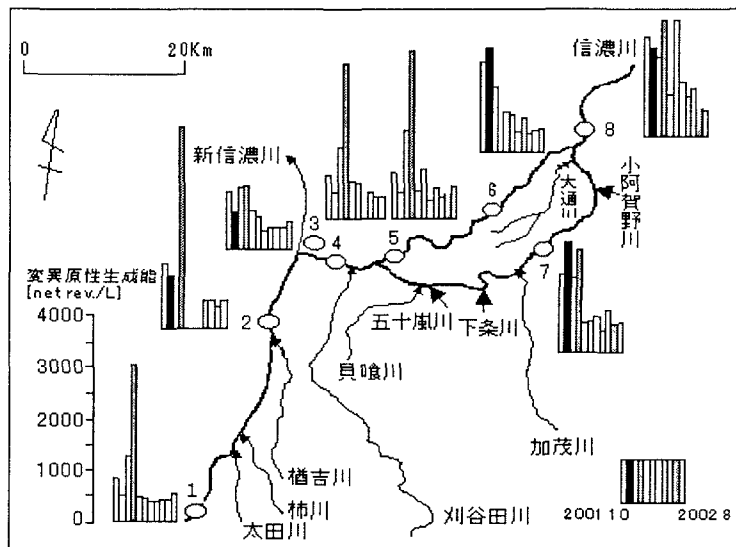


図-2. TA100-S9 条件での変異原性生成能結果

がしており、信濃川は吉井川と同程度であった。

また、季節および採水地点における特徴や傾向を示すため、統計処理である t 検定⁶⁾ を行なった。その結果によると、変異原性生成能の年間変動は、有意水準 5%において、1 月は他の全ての月より変異原性が統計的に有意に高かった。季節変動は、冬期は高く、春季から夏季にかけて低くなる傾向が認められた。これは、冬期に変異原性は高くなるという信川ら⁷⁾ の淀川水系河川水についての報告、鶴崎の吉井川水系河川水についての報告と一致する。

採水地点による変動は、2 月から 8 月までに限定すると、有意水準 5%において、7 (小須戸町浄水場付近) と 8 (新潟市鳥屋野浄水場付近) は、1 (長岡市妙見浄水場付近) より変異原性が統計的に有意に高かった。

3. 2 水質項目と変異原性生成能との相関性

TOC、アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素と変異原性生成能との相関を図 4 から 6 に示す。

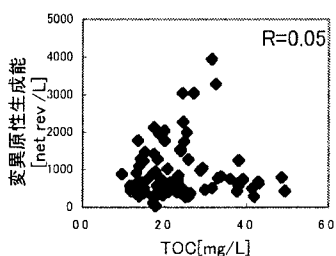


図-4. TOC と
変異原性生成能との相関

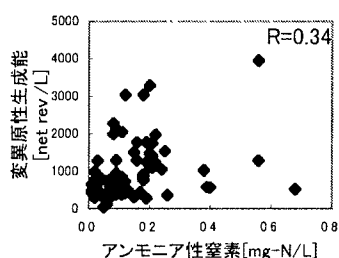


図-5. アンモニア性窒素と
変異原性生成能との相関

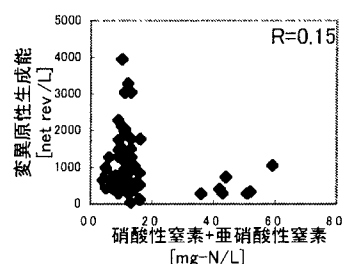


図-6. 硝酸性窒素+亜硝酸性窒素
変異原性生成能との相関

全ての水質項目と変異原性生成能との相関係数はいずれも小さく、従来の水質値から変異原性生成能のレベルを推定することはできなかった。したがって、これら一般的な水質値とは別に変異原性生成能を測定して水道原水の水質評価を行なうことが必要であると考えられる。

4. まとめ

信濃川下流域における水道原水の変異原性生成能を測定した結果、以下のことが明らかとなった。

- 1) TA100-S9 の寄与率が最も高かった。
- 2) 季節変動は、冬期は高く、春季から夏季にかけて低くなる傾向が認められた。
- 3) 2 月から 7 月までは下流ほど変異原性が高くなる傾向がみられた。
- 4) TOC、アンモニア性窒素、硝酸性窒素、亜硝酸性窒素と変異原性生成能との相関は低かった。

参考文献

- 1) 田中一浩ら,(1993),新潟県内の水道水・河川水の変異原性について,水環境学会誌,657-665
- 2) 高梨啓和ら,(2000),排水の塩素処理における変異原性物質生成能の解析,水環境学会誌,352-359
- 3) 高梨啓和ら,(1997),水試料の Ames 変異原性試験マニュアル(Ⅲ)・Ames 試験の操作方法,用水と廃水,342-349
- 4) 中央労働災害防止協会,(1991),安衛法における変異原性試験
- 5) 鶴崎実,(1997),吉井川水系(塩素処理水)のサルモネラ菌による変異原性調査,生物学に関する試験研究論叢,15-22
- 6) 市原清志,(1990),バイオサイエンスの統計学
- 7) 信川貴子ら,(2001),変異原性および THM 生成能を指標とした淀川水系の水質環境評価,水環境学会誌,168-174