

北印旛沼流域における湧水の水質特性

千葉工業大学 学員 ○土方 麻里
 千葉工業大学 学員 吉沼 一直
 千葉工業大学 フェロー 瀧 和夫
 千葉工業大学 石井 俊夫

1. はじめに

千葉県北部に位置する印旛沼流域は、関東ローム層からなる下総台地にあり、湧水が湧き出しやすい特徴を持っている。さらに、印旛沼の水の約 1/3 は湧水であると言われていることから、湧水が沼の水質に大きく影響を与えていると考えられる。また、印旛沼周辺の台地は、森林・畑・住宅地として使用されていることから、本研究では、台地の土地利用と湧水の水質との関係を定期的な調査を通して検討することとする。

2. 採水地点及び測定項目

2-1 採水地点

土地利用の異なる北印旛沼流域 3 地域でおこなう。各調査地域はそれぞれの両側を谷津が深く入り込んだ台地頭を形成しており、畑地で覆われている台地（物木落し I 地区）、森林で覆われている台地（物木落し II 地区）および住宅地で覆われている台地（松虫地区）である。また、調査湧水の数物は物木落し I 地区で 5 箇所、物木落し II 地区の 6 箇所、松虫地区の 2 箇所である。

2-2 測定項目

毎月 1 回の湧水の水質・水量調査をする。水温・流量・pH・電気伝導度・溶存酸素量および Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- （無機イオン 8 項目）を測定する。このうち水温・流量・pH・電気伝導度・溶存酸素量は携帯型計測器を、流量には電子秤を用い現場で測定した。湧水を容量 200mg/l のガラス瓶に採水し保冷庫で保存した後、研究室にて Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- を分析する。ここで、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} は、イオンクロマトグラフ法（PIA-1000.CR7Aplus, 島津製作所）を、 HCO_3^- は赤外線分析法（TOC VCSH/CSN, 島津製作所）を用い測定する。

3. 結果および考察

6 月～12 月の全水質結果を図 2、3 に示す。図 2 は、湧水中の無機イオンを当量濃度比で表したものである。左下の三角形に湧水中の陽イオン（ Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} ）を、右下の三角形には陰イオン（ Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- ）中央の菱形には陽イオンと陰イオン（ Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- ）を示す。

図 2 より、各台地における陽イオン（ Ca^{2+} ・ Mg^{2+} ・ Na^+ ・ K^+ ）は、ほぼ同程度の比率であることがわかる。

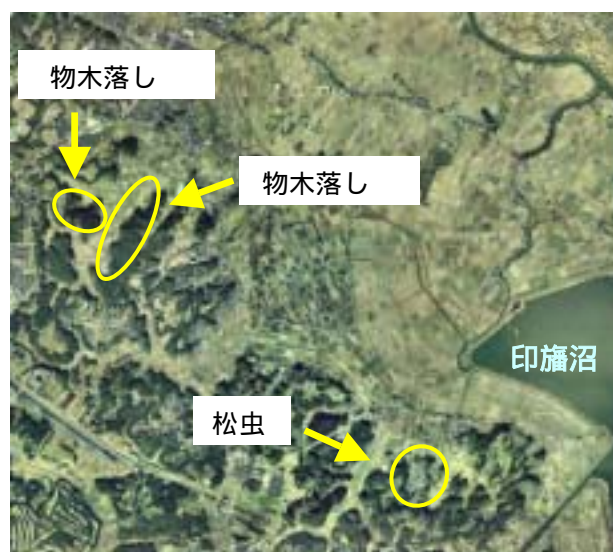


図 1 調査地域

表 1 各台地の集水域の面積

台地	土地利用	割合 (%)
物木落し 0.128km ²	畑地	41.8
	森林	47.6
	宅地	10.6
物木落し 0.195km ²	畑地	15.4
	森林	84.6
	宅地	0.0
松虫 0.105km ²	畑地	2.4
	森林	63.3
	宅地	34.3

キーワード 湧水、無機イオン、土地利用、印旛沼流域、下総台地

連絡先 〒275-8588 千葉県新習志野市津田沼 2-17-7 千葉工業大学 TEL 047-478-0452 FAX047-478-0454

すなわち Ca^{2+} 65%・ Mg^{2+} 30%・ $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 15%と同じくらいの割合を示す。一方、各台地における陰イオン ($\text{Cl}^- \cdot \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^- \cdot \text{HCO}_3^-$) は、異なる比率であることがわかる。物木落し で Cl^- 35%・ $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ 30%と多い割合であるが、物木落し は Cl^- 20%・ $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ 3%、松虫は Cl^- 20%・ $\text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ 10%と少ない割合を示すことがわかる。

また、図3は図2の結果を分かりやすくするため円グラフに示したものである。陽イオンに注目すると、 Mg^{2+} が松虫で少し多いことがわかる。この結果は、松虫の土地利用が34.3%宅地であることが原因であると考えられる。しかし主に地質から溶出すると考えられる Ca^{2+} と $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ が各台地で同じ割合であることから、陽イオンは、土地利用の影響よりも地質の影響を大きく受けると考えられる。

一方で、陰イオンは $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ が物木落し で最も多い割合であることがわかる。この結果は、物木落し の土地利用が41.8%畑地であることが原因であり、畑地の下を通り肥料の影響を受けたと考えられる。物木落し と松虫は、 $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ が同じ割合であることがわかる。しかし図2より $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ の割合は物木落し で低く、松虫では採水地点により異なることがわかる。このことから森林の台地である物木落し は、自然度の高い土地であるため、さらに、宅地の台地の松虫では採水地点により土地利用の状態が異なるためこのような結果になったと考えられる。よって、陰イオンは、土地利用の影響を大きく受けると考えられる。

図4は、印旛沼流域の湧水と長野県の八ヶ岳湧水⁽¹⁾の水質結果を当量濃度で示したものである。印旛沼湧水は、無機イオン ($\text{Na}^+、\text{K}^+、\text{Ca}^{2+}、\text{Mg}^{2+}、\text{Cl}^-、\text{NO}_3^-、\text{SO}_4^{2-}、\text{HCO}_3^-$) が多く含まれていることがわかる。しかし、標高が高く人為的な負荷がない八ヶ岳湧水は無機イオンが少ない。このことから、湧水が溶出してくる場所の環境と土地利用の違いで湧水中に含まれる無機イオンの溶存量に違いが現れるとわかる。

4.まとめ

土地利用と湧水中の無機イオンの関係について検討した結果、以下の事柄が明らかとなった。

- 1) Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ の割合が物木落し ・物木落し ・松虫でほぼ同程度であった。
- 2) $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_3^-$ の割合が物木落し で最も多く、物木落し と松虫は少なかった。
- 3) 同じ台地から湧き出た湧水でも土地利用の違いで、湧水中に含まれる無機イオンの溶存量に差がある。

参考文献

- 1) 高橋照美、清水源治、小林規矩夫、堤充紀 (1987) 八ヶ岳南麓湧水群の水質山梨衛公研年報、第31号 pp.49-54
- 2) 篠村善徳 (2004) 下総台地における GIS を用いた土地利用データと湧水水質との関係について、環境情報科学論文集 pp.399-402
- 3) 梶原弥世、瀧和夫 (2006) 土地利用の相異による湧水の水質特性 第34回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集 土木学会 CD-ROM

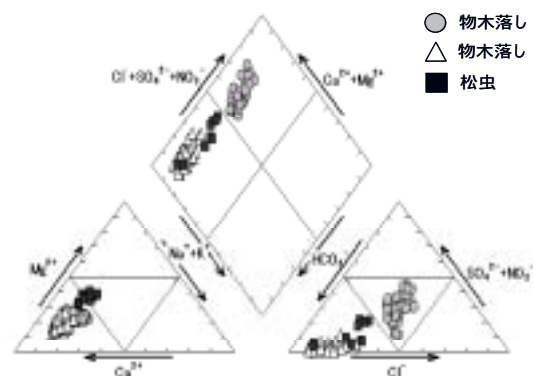


図2 調査地点の水質のトリリニアダイアグラム

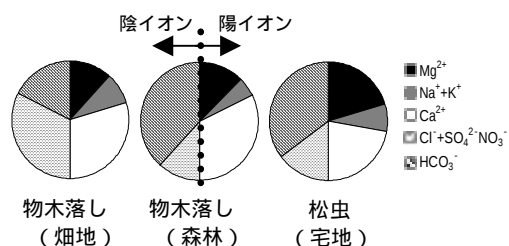


図3 各台地の無機イオン当量濃度比

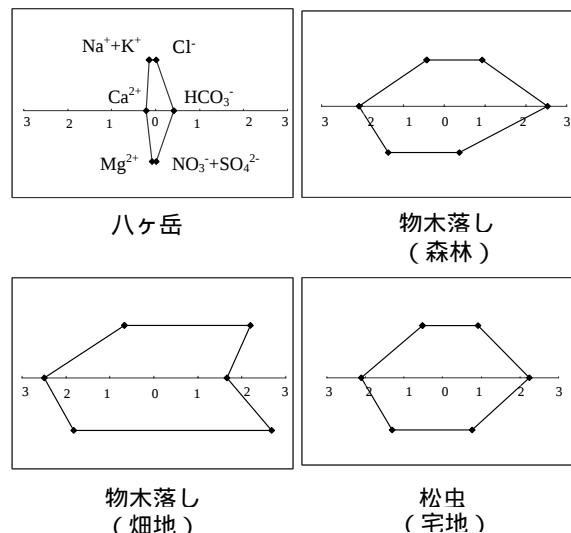


図4 土地利用別のヘキサダイアグラム