

中国の都市水道水の水質評価

妹尾 護・薩仁 高娃

倉敷芸術科学大学国際教養学部

(2006年10月4日 受理)

1. はじめに

日本の水道水の水質は、一般的に硬度が低く、含有ミネラルの少ない軟水である(日下など⁽¹⁾)。それに対して、中国、ヨーロッパ、アメリカなどの大陸の水道水の多くは硬水である^(1,2,3)。これは、日本では降水量が多く、また地形が急峻で、水道水の水源となる河川の流が速いために、蒸発による濃縮や岩石や土壌との反応の程度が小さいことによる⁽²⁾。さらに、日本は火山国であり、特殊な岩石や土壌が存在しないことにも関係している⁽²⁾。一方、中国、ヨーロッパ、アメリカなどの大陸では、河川の流は緩やかで、長距離を流下するため、支流の水質の影響を受けやすく、また岩石や土壌との反応によって、結果的にミネラル分の多い硬水になるものと考えられる。同様に、地下水を水道水源とする場合にも、大陸では複雑な地質環境のために、多種多様な岩石と地下水が反応し、特異な水質組成を有するようになることもあり得る。

私たちは、海外の水道水の水質調査を進めているが、今回は中国の各都市の水道水を採取する機会を得たので、その水質特徴を明らかにすることを目的に水質分析を行った。中国の水道水については、北京市と芦山市(四川省)の水質組成が森井ら⁽³⁾によって報告されている。また、島野⁽⁴⁾は四川省の省都である成都市周辺の水道水の水質分析を行っている。しかし、他の都市の水道水の水質については、詳細は明らかでない。

一方、中国では、近年の急激な工業化に伴って、各地で水質汚染などの環境問題が起こっており^(5,6)、特に大都市周辺ではその影響が深刻である⁽⁷⁾。このような水質汚染が進行すれば、河川水や地下水を水道水源として使用する場合、その影響が水道水中にも現れていることも考えられる。

この研究では、中国の都市水道水の水質について、pH、電気伝導度、残留塩素濃度、陽イオンおよび陰イオン濃度を測定し、水質組成上の特徴を明らかにするとともに、水源となる河川水や地下水への海水の影響や水質汚染に関する考察を行った。

2. 水道水の採取地点

中国国内の都市水道水の水質を調べるために、2005年3月に分析用試料を採取した(図1)。また、比較のために、中国の隣国である韓国の首都ソウルの水道水も採取した。以下に採取地点と水道水の原水(河川水、地下水)を示す。なお、水道水の原水については、

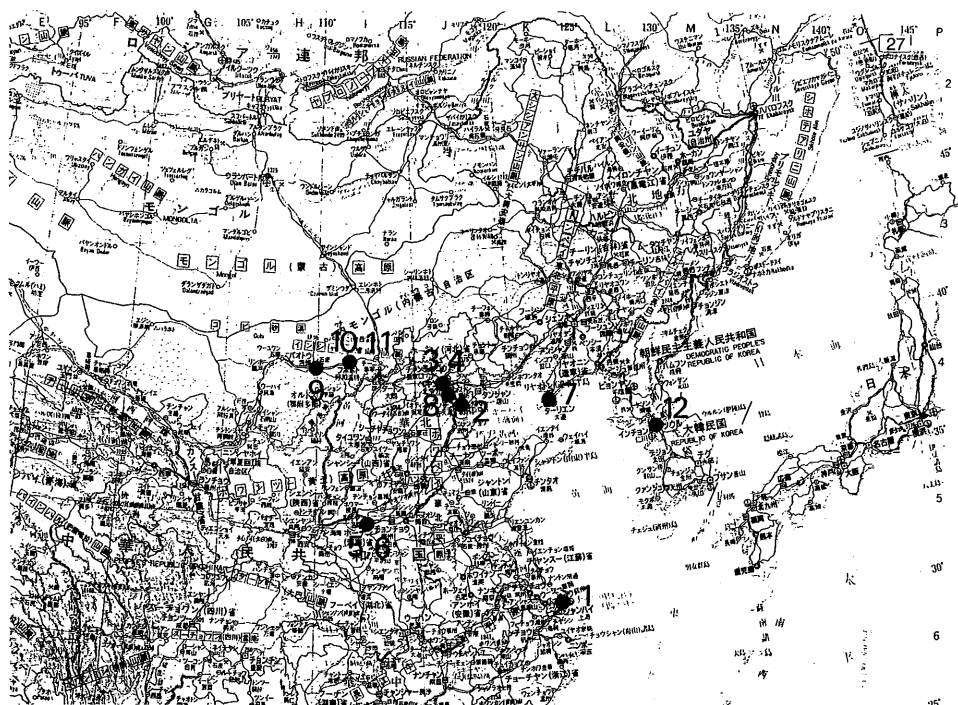


図1 中国の都市水道水の採取地点

- 1: 上海, 2: 天津, 3: 北京-1, 4: 北京-2, 5: 洛陽-1, 6: 洛陽-2, 7: 大連,
8: 廊坊, 9: 包頭, 10: 呼和浩特-1, 11: 呼和浩特-2, 12: ソウル

現地での聞き取り調査による。

- | | |
|----------------------------------|---------------------------|
| (1) 上海 (上海市)・・・河川水 (揚子江) | (2) 天津 (天津市)・・・河川水 |
| (3) 北京-1 (北京市, 空港)・・・河川水 | (4) 北京-2 (北京市)・・・河川水 |
| (5) 洛陽-1 (河南省)・・・河川水, 地下水 | (6) 洛陽-2 (河南省)・・・河川水, 地下水 |
| (7) 大連 (遼寧省)・・・河川水 | (8) 廊坊 (河北省)・・・地下水 |
| (9) 包頭 (内モンゴル自治区)・・・地下水 | |
| (10) 呼和浩特-1 (内モンゴル自治区, 空港)・・・地下水 | |
| (11) 呼和浩特-2 (内モンゴル自治区)・・・地下水 | |
| (12) ソウル (韓国)・・・河川水 | |

3. 分析方法

水道水は、現地で残留塩素濃度 (一部試料による, パックテスト, 共立理化学), pH (携帯用 pH メーター, HANNA 製), 電気伝導度 (携帯用 EC メーター, 堀場製作所) を測定した後, ポリ瓶に入れて持ち帰り, 主要溶存成分である陽イオン (Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) と陰イオン (F^- , Cl^- , NO_2^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) 濃度をイオンクロマトグラフ (Dionex 製, DX-120) を用いて測定した。分析に際しては, 陽イオンは 20mM のメタ

ンスルホン酸溶液、陰イオンでは0.3mMの炭酸水素ナトリウム溶液と2.7mMの炭酸ナトリウム溶液の混合液を溶離液として使用した。また、硫酸滴定によって、pH4.8アルカリ度を求め、その値からHCO₃⁻濃度を計算した。

4. 分析結果

中国の都市水道水についての水質分析結果を表1に示す。以下、各分析項目について、中国と日本の水質基準値(表2)をもとに、その水質特徴を述べる。なお、中国の水質基準値については、中国国家衛生部が1985年8月16日に生活飲用水衛生標準として公布したもので⁽⁸⁾、その中から代表的な項目について表2にまとめた。

表1 水質分析結果

Sample	上海	天津	北京-1	北京-2	洛陽-1	洛陽-2	大連	廊坊	包頭	呼和浩特-1	呼和浩特-2	ソウル
pH	7.1	7.8	8.3	8.6	7.8	8.5	8.3	8.6	8.1	8.1	8.5	7.6
EC(μ S/cm)	360	470	270	450	500	500	240	440	840	480	400	152
残留塩素(mg/L)	ND	0.4	ND	ND	ND	0.1	ND	ND	0.1	0.1	ND	0.15
Na(mg/L)	58.74	29.66	6.30	18.90	13.58	19.51	20.89	118.39	93.33	14.43	18.54	11.32
NH4	0.58	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	8.88	5.07	0.98	1.46	1.47	1.91	2.43	0.63	3.73	2.57	2.92	2.29
Mg	13.97	21.76	10.14	23.54	14.98	20.76	9.92	4.06	32.87	24.43	22.85	4.20
Ca	56.68	34.57	32.24	73.94	67.40	93.68	37.95	15.94	66.79	74.34	61.30	23.35
F	0.43	0.50	0.44	0.35	0.17	0.17	0.15	0.83	0.46	0.45	0.33	0.07
Cl	97.87	55.28	16.74	24.91	21.39	21.37	34.36	70.91	128.52	7.73	16.32	22.18
NO2	4.49	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Br	0.31	-	-	-	-	-	-	0.18	0.42	-	-	-
NO3	14.11	2.47	17.12	16.82	32.75	33.01	15.75	-	27.90	15.47	19.84	10.04
PO4	-	0.46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SO4	142.03	78.73	23.28	44.74	80.56	84.85	41.55	70.77	167.03	20.02	27.68	17.87
HCO3	74.0	109.1	124.3	189.9	285.3	ND	75.5	ND	186.0	258.4	ND	50.2
硬度(mg/L)	199.0	175.8	122.2	281.4	229.9	319.3	136.5	56.5	301.7	286.0	248.9	75.8

ND:未測定 --:検出限界以下

(1) pH

分析された水道水は、すべてアルカリ性を呈した(7.1~8.6)。その中でも、北京、洛陽、大連、廊坊、包頭および呼和浩特の試料はpHが高く、8.0以上である。一方、上海ではpHが7.1で、中性に近い。中国の水質基準値は6.5~8.5で、今回の測定では北京-2と廊坊の試料がともに基準値を僅かに超えていた。ちなみに、日本の水質基準値は5.8~8.6で、中国の基準値と比較して、日本の方が下限値が低い。韓国ソウルの水道水は弱アルカリ性で、pHは7.6であった。

(2) 電気伝導度(EC)

電気伝導度は水道水に含まれる無機イオンの量を反映するもので、最もその値が高い試料は包頭の870 μ S/cmであった。一方、最も低い試料は大連の水道水で、その値は240 μ S/cmである。なお、韓国ソウルの水道水は約150 μ S/cmであった。一般的に、中国の水道水の電気伝導度は全体的に高い傾向

表2 中国の生活飲用水の水質基準値

項目	中国	日本
一般細菌	100個/mL以下	100個/mL以下
大腸菌	3個/L以下	検出されないこと
pH	6.5~8.5	5.8~8.6
総硬度	450mg/L以下	300mg/L以下
残留塩素	0.05mg/L以下	0.1mg/L以下
鉄	0.3mg/L以下	0.3mg/L以下
マンガン	0.1mg/L以下	0.05mg/L以下
銅	1.0mg/L以下	1.0mg/L以下
亜鉛	1.0mg/L以下	1.0mg/L以下
フェノール類	0.002mg/L以下	0.005mg/L以下
陰イオン界面活性剤	0.3mg/L以下	0.2mg/L以下
硫酸塩	250mg/L以下	-
塩化物	250mg/L以下	200mg/L以下
溶解性総固体	1000mg/L以下	500mg/L以下
フッ素	1.0mg/L以下	0.8mg/L以下
シアン	0.05mg/L以下	0.01mg/L以下
ヒ素	0.05mg/L以下	0.01mg/L以下
セレン	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
水銀	0.001mg/L以下	0.0005mg/L以下
カドミウム	0.01mg/L以下	0.01mg/L以下
クロム(6価)	0.05mg/L以下	0.05mg/L以下
鉛	0.05mg/L以下	0.01mg/L以下
銀	0.05mg/L以下	-
硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素	20mg/L以下	10mg/L以下

を示す。

(3) 残留塩素

一部の水道水について(洛陽, 天津, 包頭, 呼和浩特, ソウル), 採水時に残留塩素濃度を測定した。すべて0.1mg/L以上であるが, 天津の水道水は0.4mg/Lの高い値を示した。中国の水質基準値は0.05mg/L以上で, すべてが水質基準値内に入っている。なお, 日本の基準値は0.1mg/L以上で, 中国の基準値よりは高い数値となっている。

(4) 陽イオン

陽イオンについては, Na^+ 濃度が廊坊と上海で高く(それぞれ116.4mg/L, 93.3mg/L), 最も低いのは北京であった(北京-1:6.3mg/L)。 K^+ 濃度は最高で約8.9mg/L(上海), 逆に最も低い値を示したのは廊坊の試料で0.63mg/Lである。 Mg^{2+} 濃度は洛陽, 天津, 包頭, 呼和浩特で高く, 20mg/Lを超える。特に, 包頭では32.9mg/Lと極めて高い値を示した。 Ca^{2+} 濃度については, 洛陽が最も高く(93.7mg/L), 呼和浩特-1, 北京-2がどちらも約74mg/Lと次に高い値であった。なお, 天津と上海の水道水には, NH_4^+ が含まれており, それぞれ0.75mg/L, 0.58mg/Lの値であった。

(5) 陰イオン

陰イオンでは, F^- 濃度が廊坊で高く, その値は0.83mg/Lである。ちなみに, 中国では F^- 濃度の基準値は1.0mg/L以下, 日本の水道法では0.8mg/L以下と規定されている。 Cl^- 濃度が高い水道水としては, 包頭(128.5mg/L)と上海(97.9mg/L)があげられる。これらは Na^+ 濃度も高いことから, 水道水中に NaCl の形で含まれているものとみられる。逆に Cl^- 濃度が最も低い水道水は呼和浩特の試料で, 7.7mg/Lであった。 NO_3^- 濃度は全般的に低く, 最高でも約33mg/L(洛陽)である。 NO_3^- 濃度についての中国の水質基準値では, NO_3^- 濃度が90mg/L以下(硝酸性窒素として, N-NO_3^- :20mg/L)と規定されているが, 今回の分析結果ではすべてが基準値内であった。参考までに, 日本の水道法では, NO_3^- が45mg/L(N-NO_3^- :10mg/L)以下と規定されている。 SO_4^{2-} 濃度は全体的に高く, 上海と包頭が100mg/Lを超えている(それぞれ142mg/L, 167mg/L)。一方, ソウルの SO_4^{2-} 濃度は17.9mg/Lと低い。なお, 一部の水道水では, NO_2^- が含まれており, 上海で4.5mg/L, 天津で0.07mg/Lであった。既述のように, 上海と天津の水道水には NH_4^+ も検出されていることから, 水中に NH_4^+ , NO_2^- および NO_3^- の窒素化合物すべてが含有されていることになる。また, 包頭と上海の水道水には Br^- が多く含まれている(包頭:0.42mg/L, 上海:0.31mg/L)。その他, PO_4^{3-} が天津の水道水中に少量であるが含まれていた(0.46mg/L)。 HCO_3^- 濃度については, 一般的に Ca^{2+} 濃度と相関があり, 洛陽(285mg/L)および呼和浩特(258mg/L)で高い値を示した。

(6) 硬度

水質分析結果をもとに, Mg^{2+} と Ca^{2+} 濃度から硬度を計算した(表1)。これはアメリカ式硬度表示で, Mg^{2+} と Ca^{2+} 濃度を CaCO_3 に換算する次式による。

$$\text{硬度 (mg/L)} = \text{Mg}^{2+} \text{ (mg/L)} \times 4.118 + \text{Ca}^{2+} \text{ (mg/L)} \times 2.497$$

得られた値は廊坊 (56.5mg/L) を除き、100mg/L 以上の硬水である。その中でも、洛陽の水道水の硬度が最も高く、319mg/Lである。なお、中国の基準値では450mg/L以下と規定されている(日本: 300mg/L以下)。ちなみに、韓国ソウルの水道水は約76mg/Lと比較的低い。図2には硬度のヒストグラムを示す。

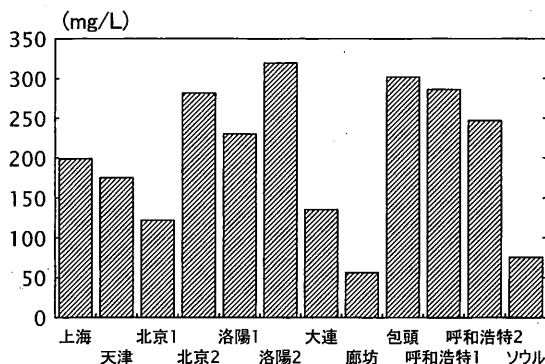


図2 硬度のヒストグラム

(7) 水質組成

主成分組成はヘキサダイアグラムとしてパターン化し、図3に示した。なお、この図には、島野⁽⁴⁾による中国四川省の成都市の水道水のデータも付け加えた。このヘキサダイアグラムから、各都市の水質組成は次のようにまとめることができる。

上海: Na-Cl・Ca-SO₄ 中間型, 天津: Ca-HCO₃・Mg-SO₄ 中間型, 北京: Ca-HCO₃, 洛陽: Ca-HCO₃, 大連: Ca-HCO₃, 廊坊: Na-Cl, 包頭: Na-Cl・Ca-SO₄ 中間型, 呼和浩特: Ca-HCO₃, 成都: Ca-HCO₃, ソウル: Ca-HCO₃,

したがって、今回分析された中国の水道水は、多くがCa-HCO₃タイプの水質であるといえる。しかしながら、上海、天津、廊坊および包頭の水道水は他と異なるタイプの水質組成を有している。なお、韓国ソウルの水道水もCa-HCO₃タイプの水質である。

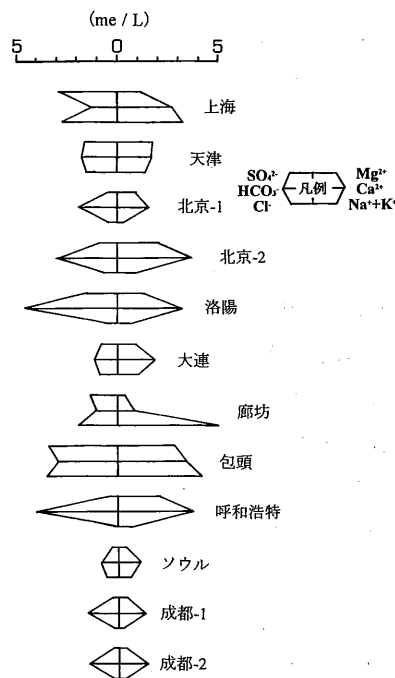


図3 水質組成図

5. 考察

(1) 海水の影響

分析結果の項で述べたように、各都市の水道水はNa⁺とCl⁻濃度が大きく異なる。一般に海に近い地域では、地下水や河川水に風送塩(ドライフォールアウト)の影響が現れることが指摘されている⁽⁹⁾。そこで、海水の影響をみるために、Na⁺-Cl⁻図を作成して、各

都市の水道水中の両イオンの関係を調べた(図4)。なお、この図には海水の組成比($\text{Na}:\text{Cl}=0.553:1$)^(9,10)も図示した。図中の Cl^- 濃度の高い試料についてみると、上海、天津および大連の水道水は海水組成比の直線上あるいはその近くに位置している。これらの都市は地理的には海に比較的近く、

河川水への一部海水の混入や風送塩の影響が水道水の原水に現れているものとみられる。特に、上海の水道水にはその影響が著しい。一方、包頭は内陸部(内モンゴル自治区)に位置しているにもかかわらず、水道水中の Na^+ と Cl^- 濃度が極めて高い。 Na^+-Cl^- 図では、水質組成は海水の組成比を示す線上あるいはその近辺にプロットされないが、海水中に比較的多く含まれる Br^- が他の試料と比較して高い値を示す($\text{Br}^-:0.42\text{ppm}$)。包頭の水道水は地下水を水源としており、周辺に塩湖や塩性湿地が分布することから⁽¹¹⁾、高い Na^+ と Cl^- 濃度は地下かん水や岩塩などの影響を受けたものと推定される。なお、廊坊は地理的には北京と天津の間に位置するが、それらの水質と比較して Na^+ と Cl^- が多く、特に Na^+ が極めて高い。この水質組成は $\text{Na}-\text{Cl}$ タイプで、水源として地下水を使用していることから、化石塩水などが混入している可能性が高い。

北京、洛陽、呼和浩特、成都およびソウルの水道水については、 Na^+ も Cl^- 同様に比較的濃度が低く、また、これら都市は海から離れていることから、海水の影響があるとしても僅かであろう。 Na^+ と Cl^- の起源としては、岩石や土壌との反応、あるいは、生活排水等の混入によるものと考え方がよいであろう。

(2) 水質汚染

水質汚染の指標として、 NH_4^+ 、 NO_2^- 、 NO_3^- の窒素化合物が挙げられる⁽⁹⁾。その中で、特に NH_4^+ や NO_2^- が含まれている場合には、汚染源が近いと考えられる⁽⁹⁾。本研究で、これら化合物がすべて検出された水道水は、上海と天津の試料のみであった。上海および天津は人口密集地の大都市であることから、これら窒素化合物は水道水源としての河川水中に含まれていた生活排水などに起因するものと推測される。水源となる河川水の水質調査は行っていないが、河川の水質汚染が進行していることは十分考えられる。なお、天津の水道水の残留塩素濃度は 0.4mg/L で(中国の水質基準値: 0.05mg/L 以上)、十分に殺菌・

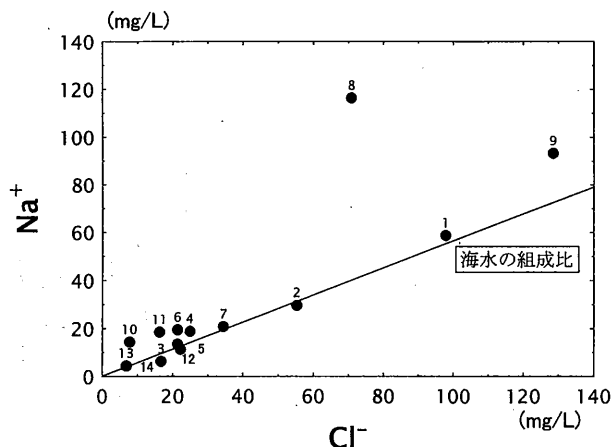


図4 Na^+ と Cl^- 濃度の関係

1: 上海, 2: 天津, 3: 北京-1, 4: 北京-2, 5: 洛陽-1, 6: 洛陽-2, 7: 大連, 8: 廊坊, 9: 包頭, 10: 呼和浩特-1, 11: 呼和浩特-2, 12: ソウル, 13: 成都-1, 14: 成都-2

消毒能力のある水といえる。

洛陽の水道水は、他の試料と比較して NO_3^- 濃度が高い(約33mg/L)。既述のように、この値は中国の水質基準値以下である。洛陽の水道水は NO_3^- とともに SO_4^{2-} 濃度も高く(洛陽-1:80.6mg/L, 洛陽-2:84.9mg/L), この原因の一つとしては、化学肥料(硫酸など)の畑地への施肥による影響⁽¹²⁾が地下水や河川水に現れた結果かもしれない。

(3) 各都市の水道水の水質評価

各都市の水道水は、ヘキサダイアグラム(図3)から、水質組成が推定可能である。北京、洛陽および呼和浩特の Ca-HCO_3 タイプの水道水は、石灰岩質の水であるといえるが、一方で Mg^{2+} 濃度が高い。これは石灰岩だけでなくドロマイト岩にも起源をもつものと考えられる。益田ら⁽¹³⁾の研究によれば、中国四川省中央部に位置する峨眉山周辺にも石灰岩とともにドロマイト岩が広く分布しており、周辺の地下水は Mg^{2+} が比較的多い Ca-HCO_3 タイプの水質特徴を有している。ただし、成都市の水道水は典型的な石灰岩質の水である。また、大連の水道水も Ca-HCO_3 タイプの水質組成を示すが、 Na^+ と Cl^- がやや多く含まれることから、石灰岩質の水に風送塩などの海水の影響が加わったものと推定される。

上海および天津の水道水については、 $\text{Na}^+\text{-Cl}^-$ 図(図4)で海水組成比の直線上あるいはその近くに位置しており、海水の一部混入や風送塩の影響が現れたものと考えられるが、一方で SO_4^{2-} 濃度が高い。上海と天津の水道水は、 $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ 比がそれぞれ1.45および1.42で、海水の $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ 比(重量比:約0.14)^(9,10)より極めて大きな値をとる。したがって、高い SO_4^{2-} 濃度は、海水の影響のみでは説明困難である。水質上の特徴として、 K^+ 、 Mg^{2+} および Ca^{2+} 濃度が高いことから、河川水中に含まれていた生活排水などや、中国が世界最大の SO_2 排出国であることから(例えば、溝口⁽⁵⁾)、 SO_4^{2-} を含む酸性雨の影響が河川水に現れていることも考えられる。

包頭の水道水については、 Na^+ と Cl^- 濃が極めて高く、地下かん水や岩塩と接触した水であると考えられるが、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 、 HCO_3^- および SO_4^{2-} 濃度が高い点を考慮すると、付近には石灰岩、ドロマイト岩および石膏層を含む海成層が地下に存在している可能性が大きい。これは、包頭周辺地域に石灰岩、マール(石灰質堆積物)、石膏層などが点在している⁽¹⁴⁾ことと調和的である。

廊坊の水道水は地下水を水源としており、その水質組成は Na-Cl タイプであるが、深層地下水の水質特徴をも有している。一般的に深層地下水は、① Na^+ 濃度が高く、一方 Cl^- 濃度が低い、② K^+ 、 Mg^{2+} および Ca^{2+} 濃度が低い。③ F^- 濃度が高い、などの特徴がある^(15,16,17)。これは、地下水と粘土鉱物との間のイオン交換反応によるもので、粘土鉱物中に吸着されていた Na^+ と地下水中の K^+ 、 Mg^{2+} および Ca^{2+} などの陽イオンが交換された結果であると解釈されている^(15,16)。さらに、後藤⁽¹⁷⁾によれば、深層地下水は F^- 濃度が高く、 F^- もイオン交換反応によって粘土鉱物から溶出したものと考えられている。

廊坊の試料は、 Cl^- に対して Na^+ が特に多く (図 4), K^+ , Mg^{2+} および Ca^{2+} 濃度が低い。また F^- 濃度が他の試料と比較して極めて高いなど、深層地下水の水質特性と合致している。この水道水の原水は、化石塩水を含む深層地下水が粘土鉱物とのイオン交換反応によって、主に Na^+ と Cl^- から成る水質組成になったものと考えられる。

謝辞

本研究は、著者の 1 人である薩仁高娃の卒業研究の一部をまとめたものであり、中国現地での水道水の採取に際しては、大学院生の鉄櫻氏および李京氏に、韓国ソウルの水道水については、当時 3 年次生の鈴木藍氏にご協力いただいた。また、岡山理科大学の小林祥一教授には中国の地質についてご教示いただいた。ここに深く感謝いたします。

引用文献

- (1) 日下 讓：名水を科学する。化学, 40, 159-164 (1985).
- (2) 小林 純：水の健康診断。岩波新書, 岩波書店, 207p (1970).
- (3) 森井ふじ, 小林 純, 三宅幸子：陸水の化学的研究。農学研究, 59, 171-188 (1982).
- (4) 島野安雄：名水を訪ねて (70) 中国四川省の名水-九寨溝・黄龍など-。地下水学会誌, 47, 341-356 (2005).
- (5) 溝口次夫：中国の環境問題を考える。環境経済・政策学会編, アジアの環境問題, 東洋経済新聞社, 191-212 (1998).
- (6) 李 志東：中国の環境問題と環境保護システム。環境経済・政策学会編, アジアの環境問題, 東洋経済新聞社, 213-227 (1998).
- (7) 徐 金波, 高橋幸彦, 杜 茂安, 陳 宏涛, 馬 俊徳, 中村玄正：黄河河口部の水環境 (1)。水, 47-6, 16-23 (2005).
- (8) 中国国家環境保全総局：<http://www.zhb.gov.cn>
- (9) 半谷高久, 小倉紀雄：水質調査法 (第3版)。丸善, 335p (1995).
- (10) 北野 康：水の科学。NHKブックス, 日本放送出版協会, 254p (1995).
- (11) たばこと塩の博物館：<http://www.jti.co.jp/Culture/museum/sio/index.html>
- (12) 平田健正編：土壌・地下水汚染と対策。日本環境測定分析協会, 304p (1996).
- (13) 益田晴恵, 中屋真司, 賈 疏源, 柳澤文孝, 伊藤浩子, 北田奈緒子, 楊 慧東, 萬 新南：名水を訪ねて (50) 中国四川省峨眉山の名水。地下水学会誌, 41, 263-271 (2000).
- (14) Compilation Committee of the Geological Atlas of China : Geological Atlas of China. Geological Publishing House Beijing China, 348p (2002).
- (15) Tamari, Y., Inoue, Y., Tsuji, H. and Kusaka, Y. : An analysis of chemical compositions of ground waters utilizing a leaching technique : An application to the Rokko mountains and their surroundings. Bull. Chem. Soc. Japan., 55, 3760-3765 (1982).
- (16) 日下 讓, 福井 要, 辻 治雄, 玉利祐三, 藤原儀直：第三紀神戸層群の地下水の水質。陸水学雑誌, 43, 254-262 (1985).
- (17) 後藤達夫：地下水中のフッ素の化学的挙動について (1)。水, 37, 22-32 (1995).

Evaluation of Water Quality of City Water in China

Mamoru SENO, Sarengaowa

*College of Liberal Arts and Science for International Studies
Kurashiki University of Science and the Arts,
2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki-shi, Okayama 712-8505, Japan
(Received October 4, 2006)*

To evaluate the water quality of city water in China, the samples from Shanghai, Tianjin, Beijing, Luoyang, Dalian, Langfang, Baotou and Hohhot were examined.

The values of pH range mostly from 7.8 to 8.6. The concentration of residual chlorine are more than 0.1 mg/L, being fulfilling Chinese water quality criteria. The degree of hardness of samples exceed 100 mg/L, except for Langfang, which are hard waters.

From hexadiagram on main dissolved components for each sample, it follows that the city waters of Beijing, Luoyang, Dalian and Hohhot are Ca-HCO₃ type with relatively high concentration of Mg²⁺. These waters are considered to be originated in limestone and dolomite. The city waters of Shanghai and Tianjin have similar Na⁺/Cl⁻ ratios with seawater. It seems that they are significantly influenced by sea salt and/or partly mixing with seawater. The city water of Baotou is intermediate type between Na-Cl and Ca-SO₄, which is characterized by extremely high concentration of Na⁺ and Cl⁻. As the source of the city water is groundwater, it may be responsible mainly for halite and/or salt water. Furthermore, the sample of Baotou shows high concentrations of Mg²⁺, Ca²⁺, HCO₃⁻ and SO₄²⁻. This suggests that the water quality was also influenced by limestone, dolomite and gypsum, which commonly occur in China. The city water of Langfang is typical Na-Cl type, whose source is deep groundwater. It is probable that a rather unique composition of the water quality can be attributed to fossil salt water.