

都内地下水の放射化分析

堀口 泰裕* 永塚 澄子* 中島 澄*
岡野 安宏*

(* 都立アイソトープ総合研究所)

1 目的

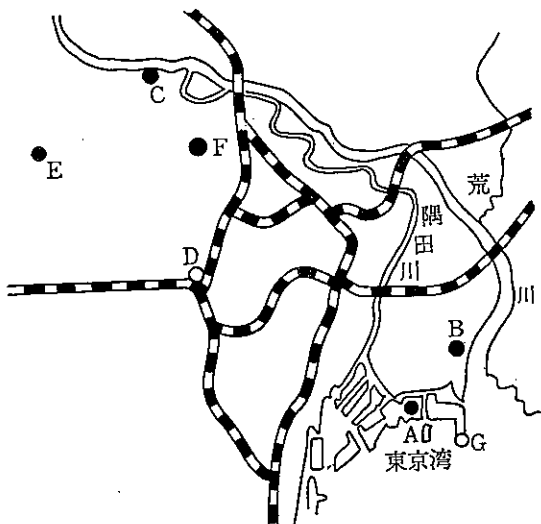
関東地方の地盤沈下は、東京都を中心にして、神奈川県、千葉、埼玉の3県にもおよんでいる。この原因は多量の地下水が工業用水、上水道用水などとしてくみ上げられているためといわれ、地盤沈下対策の一環として揚水規制も行なわれているが、沈下は現在も進行している。この原因究明のため地下水の水圧、水位、水質などについて調査が進められているが、実体はまだまだ明確でない。

このため、まず初歩的段階として都内各所の地下水の水質の分布を知る目的で、放射化分析法により地下水中のNa, Cl, Br, I 及びMn, Zn, Sb, Hg, Cd などの金属元素の定量を行なった。

2 方法

放射化分析のための地下水は図1に示したA~Gの7地点の11試験井から採取し、浮遊物を除くため濾過した。

図1 地下水の採取場所、都内地下水の放射化分析



最初は全試料について、Na, Br, Cl を対象として分析を行なった。海岸に近い5試料は5mlを、内陸部の6試料は100mlを濃縮し、ポリエチレンアンプルに封入し、放射化は東京原子力産業研究所のHTRを使用して行なった。Clは照射棚(熱中性子束密度 $1 \times 10^{11} \text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{Sec}^{-1}$)で30分照射し、半減期37分の ^{36}Cl の1.60MeVのピークで定量した。半減期が短かいので1回の放射化は試料2個と標準試料1個の3個で行ない、照射後30分以内に全測定が終了するようにした。Naは照射棚で10時間照射したのち、約1日冷却した試料を直接測定し、 ^{24}Na の1.3685 MeVのピークで定量した。BrはNaを定量した試料にBrキャリアーを加え、硝酸銀で臭化銀として分離し、 ^{82}Br の0.776MeVで定量を行なった。

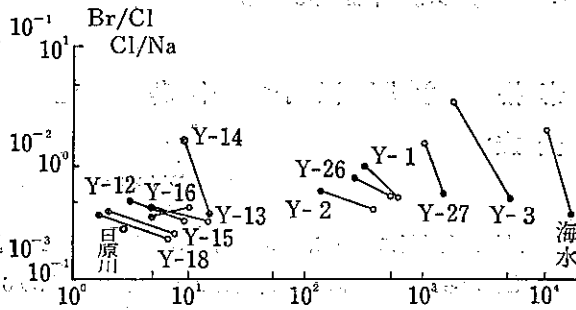
γ 線測定には0cm³のGe(Li)検出器と400あるいは512チャンネル波高分析器を組み合わせた。波高分析器のチャンネル数が少ないので、対象ピーク付近のみを測定した。

Na, Br, Clの結果を参考にし、8試料についてI, As及び金属元素の定量を行なった。これら元素はすべてNa, Cl, Brの妨害が大きいため化学分離を行なった。

表1 定量に用いた γ 線のエネルギー

元素	(n, γ) 反応による生成核種	半減期	定量に用いた γ 線エネルギー MeV
Na	^{24}Na	14.96 h	1.3685
Cl	^{36}Cl	37.29m	1.60
Br	^{82}Br	35.9 h	0.776
I	^{128}I	24.99m	0.443
Mn	^{56}Mn	2.58 h	0.8468
Zn	$^{69\text{m}}\text{Zn}$	13.8 h	0.439
As	^{76}As	26.4 h	0.5593
Cd	^{115}Cd	2.21 d	0.3363
Sb	^{122}Sb	2.80 d	0.686
Hg	^{197}Hg	65 h	0.0773

図2 Na(○), Cl(●)の含有量(mg/l)
Na, Cl, Br間の関連性

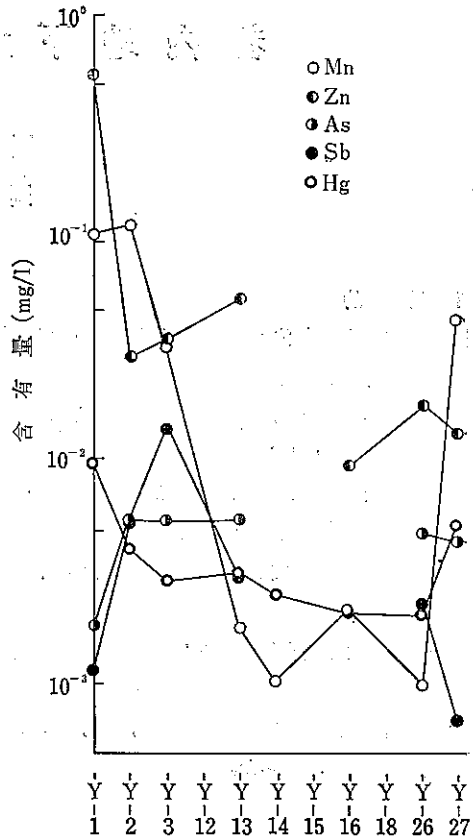


照射試料は2mlで、Iは気送管($7.8 \times 10^{11} \text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)で30分照射し、硝酸銀でヨウ化銀として分離した。As, Sb, Zn, Cdは炉心($2.1 \times 10^{12} \text{n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$)で5時間照射した試料を溶媒抽出法、陰イオン交換法で各元素を順次分離した。Hgは炉心で10時間照射した試料を銅アマルガム法で分離した。Mnは気送管で2時間照射した試料に塩素酸カリウムを加え二酸化マンガンを分離した。これら分離した各元素を表1に示した γ 線エネルギーで定量した。

3 結果

放射化分析により得られた結果を表2, 3に示す。
またこれを図に表示すれば図2, 3となる。図2の横軸はNa, Clの含有量, 縦軸はCl/Na, Br/Clの比である。この図から11種の地下水は3群に分けることができると思われる。すなわち、Y-12, Y-13, Y-15, Y

図3 各種元素の含有量



—16, Y-18のCl, Naの含有量の少ないグループ、Y-1, Y-2, Y-26のCl, Na含有量が前記グループにくらべてはば50倍もあるが、3種間はきわめて類似しているグループ、前記2グループとかけ離れ、むしろ海

表2 放射化分析による地下水中の各元素の存在量

(その1)

試料番号	深さ(m)	含有量 (mg/l)			元素間の比		
		Na	Cl	Br	Cl/Na	Br/Na	Br/Cl
A Y-1	75.5~80.5	562	304	2.75	0.541	0.0049	0.0090
B {	Y-2	369	144	0.846	0.391	0.0023	0.0059
	Y-3	1679	5108	2.56	3.04	0.0153	0.0050
C {	Y-12	8.87	3.13	0.0167	0.52	0.0019	0.0053
	Y-13	13.9	4.62	0.0208	0.332	0.0015	0.0045
	Y-14	8.94	14.0	0.0529	1.57	0.0059	0.0038
D Y-15	114.0~124.0	6.91	1.95	0.0087	0.282	0.0013	0.0045
E Y-16	87.0~97.0	10.5	4.41	0.0177	0.420	0.0017	0.0040
F Y-18	247.5~252.5	6.10	1.63	0.0072	0.267	0.0012	0.0045
G {	Y-26	505	275	1.97	0.546	0.0039	0.0072
	Y-27	934	1467	8.92	1.57	0.0096	0.0061

表3 放射化分析による地下水中の各種元素の含有量

(その2)

試料番号	含有量 (mg/l)						
	I	Mn	Zn	Sb	As	Cd	Hg
A Y-1	0.42	0.11	0.54	0.0012	0.0019	<0.014	0.0098
B {	Y-2	0.18	0.22	0.030	0.0059	0.0056	0.0041
	Y-3	1.0	0.035	0.036	0.014	0.0059	0.0030
C {	Y-13	<0.012	0.0019	0.051	0.0028	0.0056	0.0031
	Y-14	"	0.0010	<0.014	<0.0003	0.0011	0.0025
E Y-16	"	0.0011	0.0097	"	<0.0011	"	0.0021
G {	Y-26	0.16	0.00096	0.017	0.023	<0.0049	0.0020
	Y-27	2.1	0.042	0.013	0.00066	0.0046	0.0054

が希釈されたのではないかと見られるグループに分けられる。とくにY-14はY-12, Y-13と同一地点であるが、この地点が荒川に近く、またY-14は深さが浅いため海水の影響のある荒川の水がかなり滲透しているため、含有元素量は少ないが、海水のパターンに類似しているのではないかと考えられる。

金属元素についてまとめて図示すると図3となり、Na

やハロゲン元素のような典型的グループに分類することはできなかったが、地下水中にも各元素がこの程度存在することがわかった。なお、今回の測定条件ではCdは検出できなかった。

なお、本研究は都立土木研究所の協力を得、また放射化分析の一部は東京原子力産業研究所に委託した。