

川崎市の地下水及び公共用水域における 全マンガン、ウラン及びアンチモンの実態調査

Investigation of Manganese, Uranium and Antimony in Environmental Water in Kawasaki City

西村 和彦 Kazuhiko NISHIMURA
千田 千代子 Chiyoko CHIDA

要 旨

水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等において、2004年3月に要監視項目として新たに追加された全マンガン及びウラン並びに既定要監視項目で指針値が改められたアンチモンについて、市域の地下水及び公共用水域の状況を把握するため、分析手法の検討を行うとともに実態調査を行った。

全マンガンについては、地下水において指針値を超過する地点が100地点中13地点あったが、酸化還元電位及びpHが低いほどマンガン濃度が高い傾向がみられたことから、地質等に含まれるマンガンがそのような環境下で溶出している可能性が示唆された。

ウランについては、海域において指針値を超過する地点が14地点中13地点あったが、海洋にはウランが安定して存在しており、またウラン濃度と塩分に相関があったことから自然的要因であると判断できた。

アンチモンについては、指針値を超過する地点はなかった。

キーワード：全マンガン、ウラン、アンチモン、地下水、公共用水域

key words : manganese, uranium, antimony, groundwater, public water area

1 はじめに

重金属による環境汚染は、物質によっては人為的要因だけでなく、自然的要因によっても起こり得るため、環境中での実態を把握しておくことは非常に重要となる。

水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等において、重金属は環境基準として7項目、要監視項目として6項目が設定されている。表1に現在環境基準及び要監視項目に設定されている重金属を示す。この中で全マンガン及びウランについては2004年3月に新たに要監視項目に追加され、また既定要監視項目であったアンチモンについては新たに指針値が設定された¹⁾。

要監視項目は、人の健康の保護に関連する物質ではあるが、公共用水域等における検出状況等からみて、直ちに環境基準とはせず、引き続き知見の集積に努めるべき物質として設定されており、新たに要監視項目に追加された全マンガン及びウラン並びに新たに指針値が設定されたアンチモンについては川崎市においても早急にそのバックグラウンド濃度や汚染状況等を把握する必要があると判断される。そこで、川崎市の地下水及び公共用水域における全マンガン、ウラン及びアンチモンの実態調査を実施した。

表1 水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準及び要監視項目における重金属

環境基準	基準値
カドミウム	0.01 mg/L以下
鉛	0.01 mg/L以下
六価クロム	0.05 mg/L以下
砒素	0.01 mg/L以下
総水銀	0.0005 mg/L以下
アルキル水銀	検出されないこと。
セレン	0.01 mg/L以下

要監視項目	指針値
オキシ銅(有機銅)	0.04 mg/L以下
ニッケル	-
モリブデン	0.07 mg/L以下
アンチモン	0.02 mg/L以下
全マンガン	0.2 mg/L以下
ウラン	0.002 mg/L以下

3.2 調査結果

3.2.1 全マンガンについて

地下水及び公共用水域の調査結果を表4に、各濃度区間の地点数を図3に示す。地下水では100地点中85地点で検出され、その濃度範囲は<0.2~3400 µg/Lであった。公共用水域ではすべての地点で検出され、その濃度範囲は河川で9.4~130 µg/L、海域で6~39 µg/Lであった。要監視項目指針値の10%値である20 µg/Lを超過する地点が地下水で34地点(34%)、河川で7地点(78%)、海域で7地点(50%)あった。そのうち指針値である200 µg/Lを超過する地点が地下水で13地点(13%)あった。地下水においては非常に幅広い濃度分布を示しており、指針値を超過する地点については今後もその動向を注視していく必要がある。図4に地下水において指針値を超過した地点を示す。指針値を超過した地点は多摩川寄りの高津区周辺、また川崎区と幸区の区境周辺を中心として見られた。

なお、本調査では定量下限値以上を検出と表現した。

3.2.1.1 マンガンの存在状態と海域のマンガンについて

環境中の重金属はその価数、溶存状態、無機または有機態等様々な存在状態を示す。本調査においては孔径が0.45 µmのミリポアフィルターで濾過した試料についても同様に分析することによりマンガンの溶存状態について調査を行った。図5に全マンガン濃度と溶存態マンガンの濃度の関係を示す。地下水においては高濃度の領域までマンガンはほぼ溶存態として存在していることが明らかとなった。また、公共用水域において、河川についてはほぼ溶存態として存在している一方で、海域についてはほぼ粒子態として存在していた。

海域におけるマンガンがほぼ粒子態で、かつ低濃度であることから、河川等から流入する溶存態マンガンが河口域で粒子状物質に吸着し除去されていること²⁾、またPRTR法に基づく届出より川崎市においては事業場から東京湾へマンガンを排出されているが、マンガンは速やかに海底に除去されていることが推測される。しかし、海

表4 川崎市の地下水及び公共用水域における全マンガンの調査結果

	定量下限値 [µg/L]	濃度範囲 [µg/L]	平均濃度*1 [µg/L]	検出頻度 検出地点/調査地点	検出率 [%]
地下水	0.2	<0.2 ~ 3400	126	85/100	85
河川	0.2	9.4 ~ 130	57	9/9	100
海域	1	6 ~ 39	21	14/14	100

*1 : 定量下限値未満である地点は定量下限値の1/2の値として算出

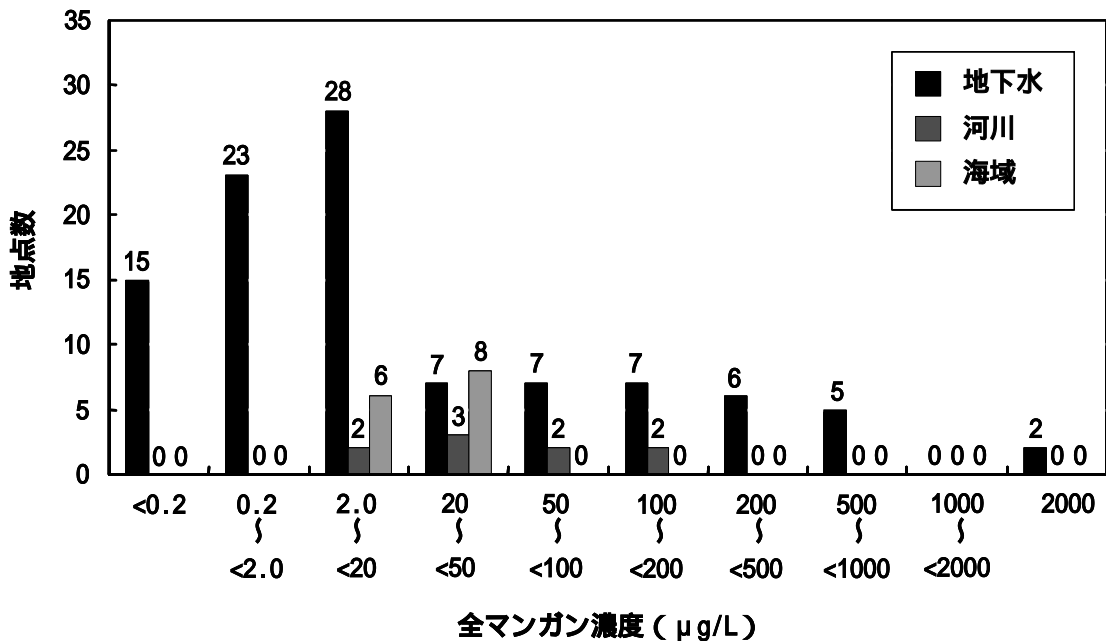


図3 川崎市の地下水及び公共用水域における全マンガンの濃度分布

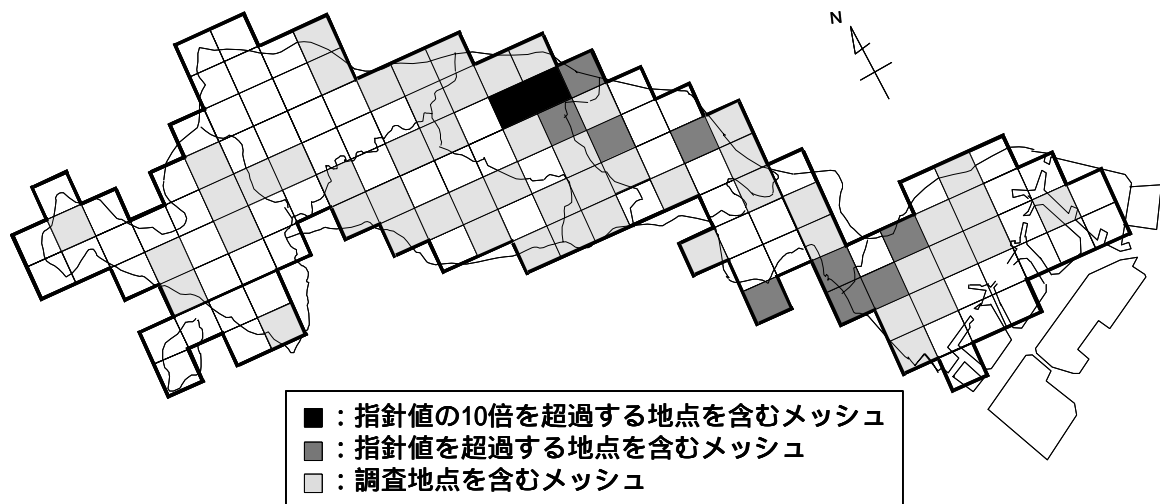


図4 川崎市の地下水における全マンガンの指針値超過地点（1 kmメッシュ表示^{*1}）

*1：1メッシュ中に複数の調査地点を含む場合あり

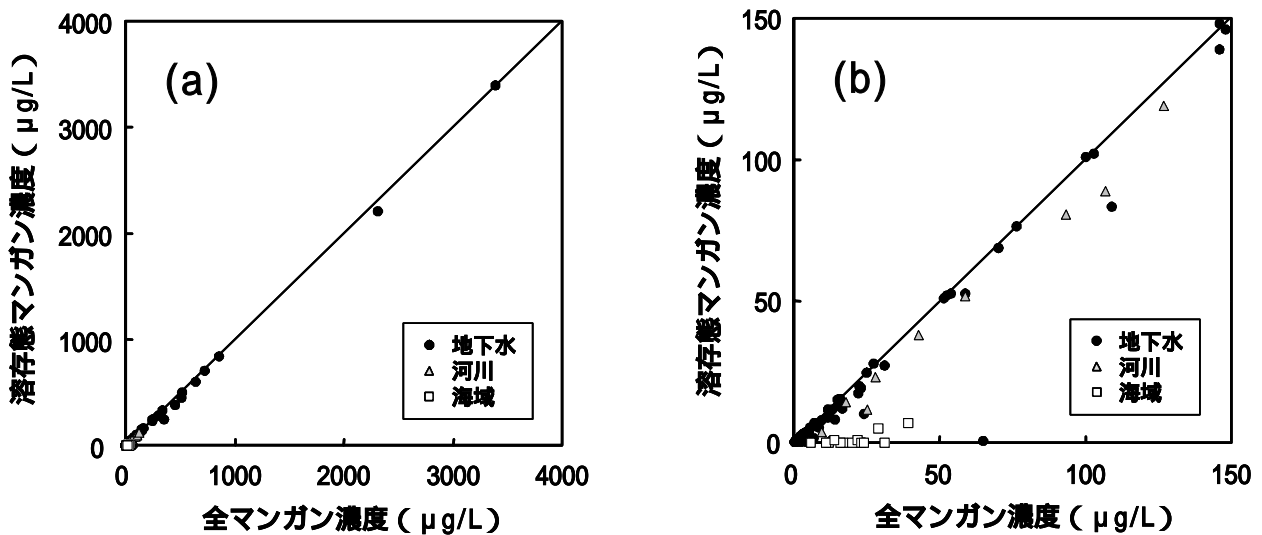


図5 地下水における全マンガン濃度と溶存態マンガン濃度の関係

(a)：高濃度領域 (b)：低濃度領域

底のマンガンは還元的な状況下で再溶出することも考えられるため、海域においてはマンガンの鉛直分布を調査することも必要である。

3.2.1.2 地下水におけるマンガンについて

地下水においてマンガンが高濃度の地点があり、かつそのほぼすべてが溶存態として存在していることが明らかとなったが、その要因について酸化還元電位とpHから検討を行った。図6に溶存態マンガン濃度と酸化還元電位及びpHの関係を示す。酸化還元電位が低いほど、またpHが低いほど溶存態マンガン濃度が高くなる傾向がみられた。このことから、地下水のマンガンが高濃度になる要因の一つとして、例えば地質等に含まれるマンガンが低酸化還元電位及び低pHという環境下で溶出して

る可能性が考えられる。

また、図4より指針値を超過する地点は地域的な特徴も見られるため、今後、より詳細な周辺調査が必要である。

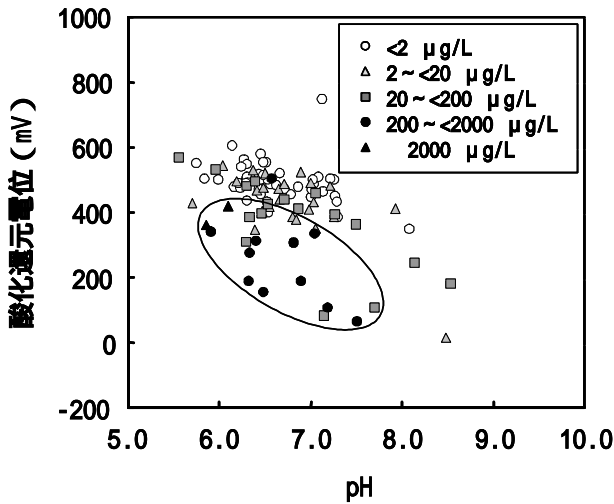


図6 地下水における溶存態マンガン濃度と pH 及び酸化還元電位の関係

3.2.2 ウランについて

地下水及び公共用水域の調査結果を表5に、各濃度区間の地点数を図7に示す。地下水では100地点中51地点で検出され、その濃度範囲は<math>< 0.01 \sim 1.0 \mu\text{g/L}</math>であった。公共用水域ではすべての地点で検出され、その濃度範囲は河川で$0.03 \sim 0.11 \mu\text{g/L}$、海域で$1.9 \sim 2.6 \mu\text{g/L}$であった。要監視項目指針値の10%値である$0.2 \mu\text{g/L}$を超過する地点が地下水で8地点(8%)、海域で14地点(100%)あった。そのうち指針値である$2 \mu\text{g/L}$を超過する地点が海域で13地点(93%)あった。海域において指針値を超過する地点があるが、ウランは海洋に$3 \mu\text{g/L}$程度溶存していることが知られており³⁾、自然的要因であると考えられた。

なお、本調査では定量下限値以上を検出と表現した。

表5 川崎市の地下水及び公共用水域におけるウランの調査結果

	定量下限値 [$\mu\text{g/L}$]	濃度範囲 [$\mu\text{g/L}$]	平均濃度*1 [$\mu\text{g/L}$]	検出頻度 検出地点/調査地点	検出率 [%]
地下水	0.01	<math>< 0.01 \sim 1.0</math>	0.05	51/100	51
河川	0.01	$0.03 \sim 0.11$	0.07	9/9	100
海域	0.05	$1.9 \sim 2.6$	2.5	14/14	100

*1：定量下限値未満である地点は定量下限値の1/2の値として算出

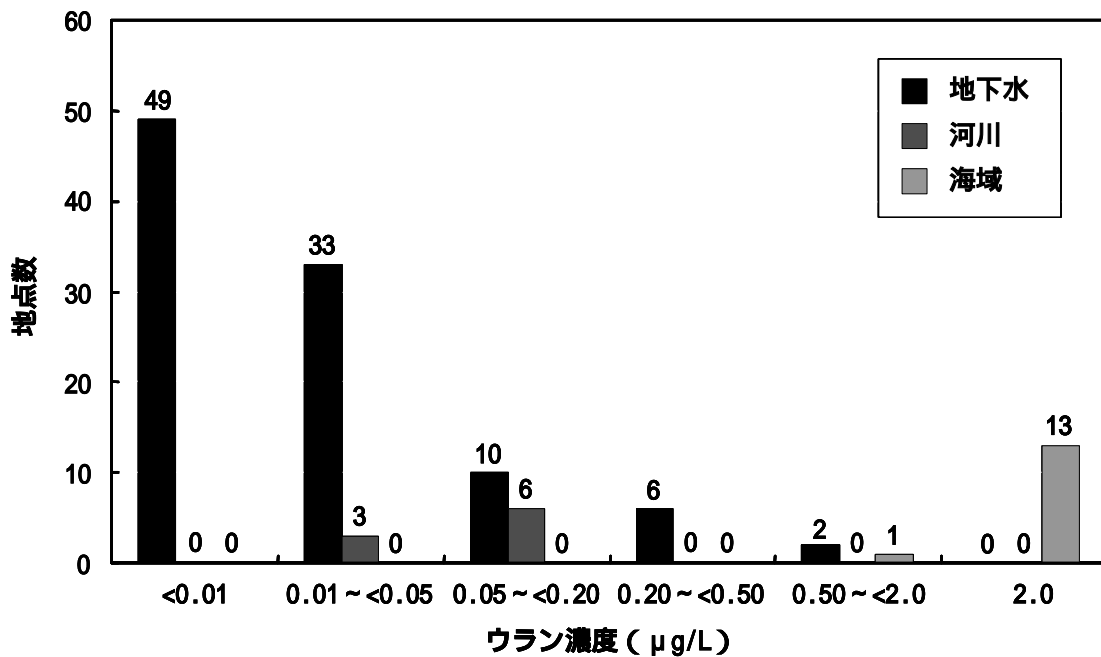


図7 川崎市の地下水及び公共用水域におけるウランの濃度分布

3.2.2.1 海域におけるウランについて

海域におけるウランは14地点中13地点で指針値を超過していたが、自然的要因であると考えられたため、ウラン濃度と塩分との関係を検討した。図8にウラン濃度と塩分との関係を示す。まず、ウラン濃度と塩分には相関がみられた。また、Kuら³⁾は海洋の平均ウラン濃度を塩分35‰で $3.3 \pm 0.2 \mu\text{g/L}$ と報告しているが、本調査における河川の平均ウラン濃度である $0.07 \mu\text{g/L}$ を一方のエンドメンバーとしたミキシングラインから塩分35‰のウラン濃度を算出すると $3.1 \mu\text{g/L}$ であり、Kuらが報告した海洋における平均ウラン濃度と誤差範囲内で一致した。これらのことから海域におけるウランは自然的要因により指針値を超過していると判断できる。

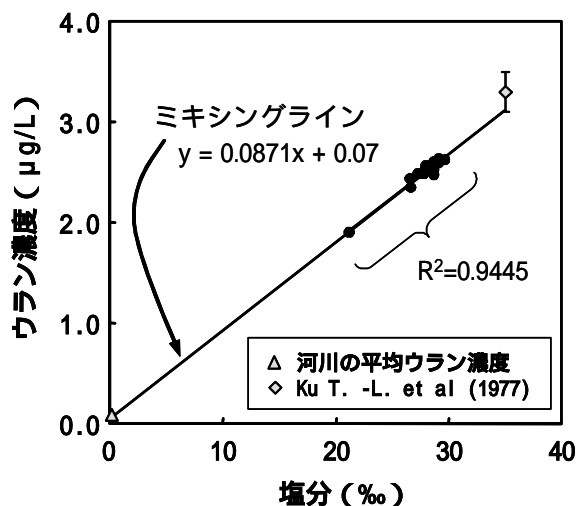


図8 海域におけるウラン濃度と塩分の関係

表6 川崎市の地下水及び公共用水域におけるアンチモンの調査結果

	定量下限値 [μg/L]	濃度範囲 [μg/L]	平均濃度*1 [μg/L]	検出頻度 検出地点/調査地点	検出率 [%]
地下水	0.02	<0.02 ~ 1.3	0.10	62/100	62
河川	0.02	0.09 ~ 0.22	0.16	9/9	100
海域	0.1	0.2 ~ 0.9	0.4	14/14	100

*1：定量下限値未満である地点は定量下限値の1/2の値として算出

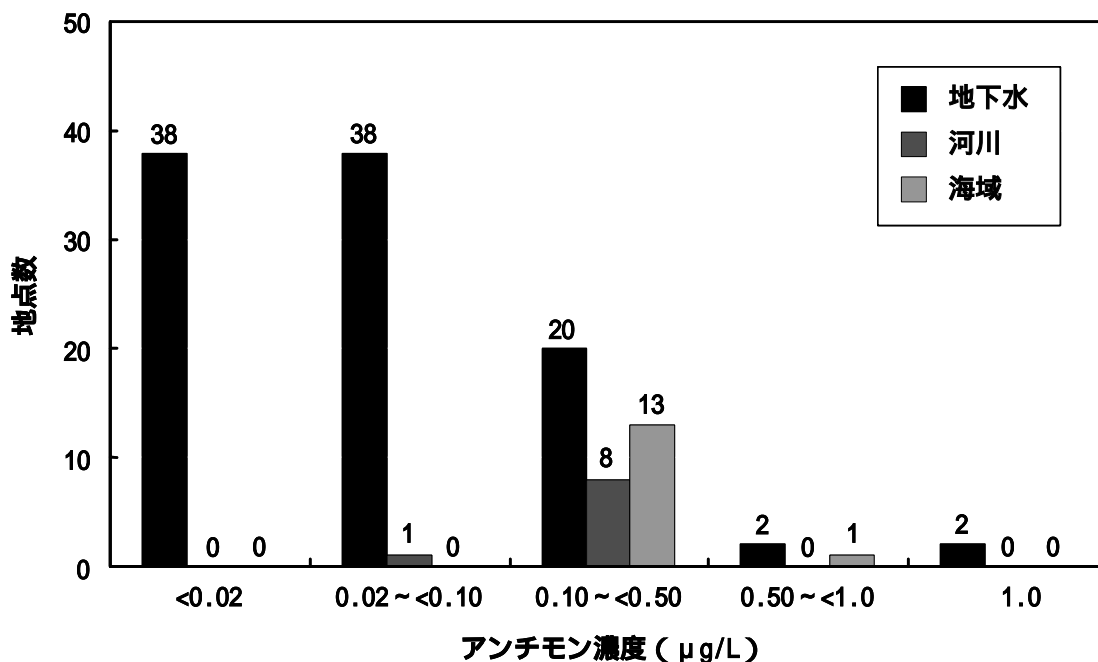


図9 川崎市の地下水及び公共用水域におけるアンチモンの濃度分布

3.2.3 アンチモンについて

地下水及び公共用水域の調査結果を表 6 に、各濃度区間の地点数を図 9 に示す。地下水では 100 地点中 62 地点で検出され、その濃度範囲は $<0.02 \sim 1.3 \mu\text{g/L}$ であった。公共用水域ではすべての地点で検出され、その濃度範囲は河川で $0.09 \sim 0.22 \mu\text{g/L}$ 、海域で $0.2 \sim 0.9 \mu\text{g/L}$ であった。要監視項目指針値の 10% 値である $2 \mu\text{g/L}$ 及び指針値である $20 \mu\text{g/L}$ を超過する地点はなく、川崎市の水環境においてアンチモンによる汚染については、現在大きな問題はないと判断される。

なお、本調査では定量下限値以上を検出と表現した。

4 まとめ

川崎市の地下水及び公共用水域において全マンガン、ウラン及びアンチモンの実態調査を行った。

全マンガンのについては、地下水において要監視項目指針値を超過する地点があり、今後もその動向を注視していく必要がある。存在状態については、地下水及び河川においてはほぼ溶存態とし存在している一方で、海域においてはほぼ粒子態として存在していた。海域におけるマンガンはほぼ粒子態で、かつ低濃度であることから、海域においてマンガンは速やかに海底に除去されていることが推測される。地下水における溶存態マンガンは酸化還元電位及び pH が低いほど高濃度になる傾向がみられ、地質等に含まれるマンガンのような環境下で溶出している可能性が示唆された。また、地域的な特徴も見られるため、今後、より詳細な周辺調査が必要である。

ウランについては、海域において指針値を超過する地点があったが、ウランは海洋に安定して存在していることが知られており、またウラン濃度と塩分に相関があったことから、自然的要因であると判断できた。

アンチモンについては、指針値を超過する地点はなく、川崎市の水環境においてアンチモンによる汚染については、現在大きな問題はないと判断される。

文献

- 1) 環境省:水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準等の施行等について、環境省環境管理局水環境部長通知、環水企発第 040331003 号、環水土発第 040331005 号 (2004)
- 2) Paucot H. and Wollast R. ;Transport and transformation of trace metals in the Scheldt estuary., Marine Chemistry, 58, 229-244 (1997)
- 3) Ku T. L., Knauss K. G. and Mathieu G. G. ;Uranium in open ocean: Concentration and isotopic composition., Deep-Sea Research, 24, 1005-1017 (1977)