海洋生物中のウランの濃度と濃縮係数

松葉満江, 石井紀明, 中原元和, 中村良一,
渡部輝久, 平野茂樹

放射線医学総合研究所那珂湊放射生態学研究センター
311-1202 茨城県ひたちなか市磯崎 3609

2000年1月7日 受理

誘導結合プラズマ質量分析法を用いて 61 種の海洋生物中のウラン濃度を定量するとともに沿岸水も分析して被曝線量推定に重要なパラメータである濃縮係数を算定した。

海洋動物の軟組織中においてウラン濃度は、湿重量当たり 0.077 から 5040 ng/g 生の範囲にあり、生物種の違いや部位でウラン濃度が大きく異なった。頭足類のエラ心臓には高濃度のウランが含まれていた。特にマダコのエラ心臓が最も高い値を示したが、沿岸水のウラン濃度の平均値は 3.1 ng/ml であったので濃縮係数は 1.6×10^3 と計算された。海産魚の硬組織中のウラン濃度は軟組織よりも高く、硬組織の存在割合が個体中のウラン濃度を支配していると考えられた。海藻中のウラン濃度は湿重量当たり 2.0 - 310 ng/g 生の範囲にあったが、ワカメが最も高い値を示し濃縮係数は 10^2 と計算された。

Key Words: uranium, concentration, concentration factor, seawater, branchial heart

1. はじめに

ウランはアクチノイド元素群に属しており、天然には三つの同位体 (^{234}U , ^{235}U , ^{238}U) が存在しているが、いずれも非常に長い物理学的半減期を示す α 放射体である。海中では、ウランはカリウム-40 (^{40}K ; 12000 mBq/l), ルビジウム-87 (^{87}Rb ; 100 mBq/l) について 3 番目 ($^{234} + ^{235} + ^{238}\text{U}$; 80 mBq/l) に多い自然放射性核種であるが、海産食品とともに人体に取り込まれた場合に問題となる内部被曝線量に関して、ウランは X 線, γ 線や β 線より 20 倍の線質係数を持つ α 放射性核種であることを考慮にいったとき、人体組織に対する放射線影響は無視できないと考える。またウランから放出される放射線、特に α 線による海洋生物に対する遺伝学的、資源学的影響についてはほとんど研究が進んでいないのが現状である。茨城県の東海村の臨界事故や米軍が沖縄の島島などで使用した劣化ウラン弾によるウラン汚染の程度や拡がりを的確に推定するために環境中でのウランの

レベルの把握が急務とされているが、上記のようにウランは海水中にかなりの濃度で存在し、多くの生物種に、それぞれ固有の濃縮係数に従った濃度で蓄積されていると考えられる。そのため、原子力施設の事故時における海洋生物のウラン汚染の判定には、その基準となる非汚染時（平常時）のウラン濃度や濃縮係数群の整備が不可欠であるが、これまでは、網羅的にまとめた濃縮係数群の報告はないため、今回報告する。

一方、原子力エネルギーとして、陸上のウランの埋蔵量が有限とされるなかで、ウラン資源は海洋では無尽蔵とも言われ、さまざまな方法で効率的に取り出す試みがなされている。たとえば、スクリーニングによって海洋生物の中でウランを高濃度に蓄積する生物を検索し、高濃度蓄積生物の体内に存在するウラン親和成分の生化学的性質を調査することによって、海水からウランを捕集するのに有効な高機能性錯体開発の可能性が期待できる。本研究では、高濃度蓄積生物の検索もかねて海洋生物中のウラン濃度

を測定した。

2. 試料および分析法

2.1 生物試料の採取

茨城を中心にして、青森、千葉、静岡、福井、和歌山、大分、沖縄などの日本沿岸で漁獲された海洋生物約 61 種を 1996 年から 1998 年にかけて採取して分析試料とした。1 種につき 3-5 個体の供試生物を解剖して分析部位を取り出し、テフロンビーカーに収容した後、真空凍結乾燥器を用いて恒量に達するまで乾燥した。

2.2 湿式分解

分析は、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)を用いたため試料を溶液化する必要があった。無塵実験室内で乾燥試料に硝酸と過塩素酸を加え、ホットプレート上で液が透明になるまで湿式分解した。必要に応じて、フッ化水素酸と過酸化水素水を加えた後、蒸発乾固した。乾固物を 1 規定硝酸で溶解した後、機器自身およびプラズマの不安定性による変動を補正するために、内標準元素として SPEX 社製のタリウム (Tl) が 100 ppb になるように加えられた。なお、用いた硝酸と過塩素酸はすべて多摩化学製 AA-100 grade を用いた。また東レ製 TORAYPURE new LV-10T 純水製造装置で 18M Ω 以上の比抵抗値を示す純水を用いた。

2.3 分析法

ICP-MS を用いて ^{238}U 濃度を測定し、 ^{238}U の同位体比 (99.275%) から総ウラン量を換算して求めた。 ^{238}U の定量に用いた装置は VG Elemental PQ-2 Ω type ICP-MS で、測定条件は Ishii et al.¹⁾ が報告している条件とほとんど同じである。ICP-MS は低・中質量元素に対しては同重体干渉が大きいため定量分析には適していないが、原子質量が 100 amu 以上の元素に関しては化学分離を行わないで高精度分析が可能であると報告されている¹⁾⁻³⁾。 ^{238}U の原子質量は 238 amu であり高質量元素に属するた

め共存元素の影響はほとんど見られず、精度の高い定量分析が可能であった。標準液は SPEX 社製の XSTC-331 ICP 用混合標準液を 1, 5, 10, 50, 100 ppt になるように段階的に希釈して用いた。なお、今回の測定条件下における ^{238}U に対する検出限界は 1.0 ppt であるから、試料中に 1 ng/g 以上の ^{238}U が含有されていれば ICP-MS が十分に適用できる。今回の測定試料はこの条件をすべて満たしていた。

2.4 海水の分析

海水試料は、青森県六ヶ所村、茨城県鹿島灘、三重県熊野灘の沖合 1 km、水深 1 m の沿岸水をテフロン採水器を用いて 1996, 1997, 1998 年に採水した。海水はテフロン瓶に収容したが、酸は加えなかった。実験室に持ち帰った海水試料はミリポアフィルタ (GSWP=孔径: 0.22 μm) で濾過した後、内標準元素としてタリウムを加えた。なおナトリウムなどの主成分元素による妨害を少なくするため 20 倍希釈してから ICP-MS で分析した。

3. 結果と考察

3.1 海水中のウラン濃度

青森県六ヶ所村、茨城県鹿島灘および三重県熊野灘の沿岸水を 1996, 1997, 1998 年に採水し分析したときのウランの平均濃度と標準偏差を Table 1 に示した。三重県熊野灘の海水中のウラン濃度が茨城県および青森県と比べてやや低い値を示したが、標準偏差を考慮に入れば大きな濃度の差があるとは言えない。海洋生物の濃縮係数は、3 地点の平均濃度である 3.1 ng/ml を用いて算出した。

Table 1 The concentrations (ng/ml) of uranium in coastal seawater collected from Aomori Pref., Ibaraki Pref., and Mie Pref. in Japan

Element	Aomori(<i>n</i> =5)	Ibaraki(<i>n</i> =5)	Mie(<i>n</i> =5)
U	3.3 $\pm$ 0.4	3.1 $\pm$ 0.3	2.9 $\pm$ 0.3

n: Sample number

3・2 ウラン濃度と濃縮係数

Table 2 に 39 種の海洋動物中のウラン濃度を示すが、魚肉中のウラン濃度は 0.077 - 0.90

ng/g 生 (平均 0.36 ± 0.20 ng/g 生) の範囲にあり 1 ng/g 生を超える種は存在しなかった。Ichikawa and Ohno⁴⁾ は日本産魚類 3 種の魚

Table 2 The concentrations (ng/g · wet wt, ng/g · dry wt) and concentration factors (CF) of uranium in marine animals collected from the coast of Japan

Species	Organs	U conc. wet wt	U conc. dry wt	CF
Fishes				
Maaji	Muscle	0.30	1.33	0.097
<i>Trachurus japonicus</i>				
Mejina	Muscle	0.31	1.32	0.10
<i>Girella punctata</i>				
Kuromejina	Muscle	0.42	1.95	0.14
<i>Girella melanichthys</i>				
Nizadai	Muscle	0.52	2.44	0.17
<i>Prionurus scalprum</i>				
Kuromaguro	Muscle	0.27	1.17	0.088
<i>Thunnus thynnus</i>				
Mebachi	Muscle	0.32	1.40	0.10
<i>Thunnus obesus</i>				
Sake	Muscle	0.29	1.28	0.094
<i>Oncorhynchus keta</i>				
Kinmedai	Muscle	0.14	0.58	0.045
<i>Beryx splendens</i>				
Kichiji	Muscle	0.077	0.32	0.025
<i>Sebastes macrochir</i>				
Hirame	Muscle	0.32	1.36	0.10
<i>Paralichthys olivaceus</i>				
Suzuki	Muscle	0.25	1.17	0.081
<i>Lateolabrax japonicus</i>				
Ainame	Muscle	0.52	2.33	0.17
<i>Hexagrammos otakii</i>				
Masaba	Muscle	0.90	3.77	0.29
<i>Scomber japonicus</i>				
Isaki	Muscle	0.31	1.40	0.10
<i>Parapristipoma trilineatum</i>				
Tachiuo	Muscle	0.48	2.19	0.16
<i>Trichiurus japonicus</i>				
Katsuo	Muscle	0.13	0.54	0.042
<i>Katsuwonus pelamis</i>				
Sanma	Muscle	0.72	2.94	0.23
<i>Cololabis saira</i>				
Kurosoi	Muscle	0.27	1.18	0.087
<i>Sebastes schlegeli</i>				
Gomasoi	Muscle	0.21	0.89	0.068
<i>Sebastes nivosus</i>				
Maiwashii	Muscle	0.45	1.88	0.15
<i>Sardinops melanostictus</i>	Whole body	5.75	15.5	1.86

(continued)

Species	Organs	U conc. wet wt	U conc. dry wt	CF
Mollusks				
Madako	Arm muscle	0.25	0.97	0.081
<i>Octopus vulgaris</i>	Liver	86	302	28
	Branchial heart	5040	19900	1620
	Jaw	120	387	39
Mizudako	Arm muscle	1.00	3.89	0.32
<i>Paroctopus dofleini</i>	Branchial heart	715	2850	231
Iidako	Arm muscle	0.90	3.46	0.29
<i>Octopus ocellatus</i>	Branchial heart	1170	4660	377
Kaminariika	Trunk muscle	0.71	2.69	0.23
<i>Sepia lycidas</i>	Liver	93	332	30
	Branchial heart	252	1000	81
	Jaw	191	562	62
Kuroawabi	Foot muscle	0.52	2.67	0.17
<i>Nordotis discus</i>	Liver	4.8	22.3	1.6
Agemakigai	Soft part	33	174	11
<i>Sinnovalcula constricta</i>				
Wasuregai	Soft part	35	200	11
<i>Cyclosunetta menstrualis</i>				
Kotamagai	Soft part	19	105	6.1
<i>Gomphina melanaegis</i>				
Ubagai	Soft part	19	106	6.1
<i>Spisula sachalinensis</i>				
Himejakogai	Soft part	302	1810	97
<i>Tridacna crocea</i>				
Shiranamigai	Soft part	111	673	36
<i>Tridacna maxima</i>				
Chousenhamaguri	Soft part	12	67.0	3.9
<i>Meretrix lamarcki</i>				
Murasakiigai	Soft part	16	90.4	5.2
<i>Mytilus edulis</i>				
Crustaceans				
Kurumaebi	Tail muscle	0.88	4.63	0.28
<i>Penaeus japonicus</i>				
Shako	Tail muscle	1.6	8.21	0.52
<i>Oratosquilla oratoria</i>				
Gazami	Foot muscle	0.42	2.28	0.14
<i>Portunus trituberculatus</i>	Liver	15	53.6	4.9
Hiratsumegani	Foot muscle	0.62	2.94	0.20
<i>Ovalipes punctatus</i>	Liver	22	67.5	7.1
Echinoderms				
Bafununi	Gonad	250	923	81
<i>Hemicentrotus pulcherrimus</i>				
Kitamurasakiuni	Gonad	130	485	42
<i>Strongylocentrotus nudus</i>				

肉中のウラン濃度について 0.44–2.9 ng/g 生の値を報告しているが、今回の値とほぼ一致する。

日本産頭足類の可食部である腕や胴筋肉中のウラン濃度は魚肉と同レベルで 1 ng/g 生以下である。これに対して肝臓、顎、エラ心臓の値はかなり高く、特にマダコのエラ心臓では 5040 ng/g 生と、今回分析した試料の中では最も高い濃度を示した。またエラ心臓のウラン濃度を腕筋肉の値と比べると 20 000 倍もの濃度差がみられており顕著な不均一分布が観察された。同じような傾向はミズダコ、イイダコ、カミナリイカについても観察されることから頭足類のエラ心臓はウランを特異的に濃縮する器官であると判断された。

頭足類のエラ心臓は希土類元素²⁾、コバルト⁵⁾、超ウラン元素⁶⁾などを高濃度に蓄積することが知られており、これらの元素に対して親和性をもつ生体構成成分の種類と量に関するトレースキャラクター化の必要性が指摘されている。著者らも親和性成分について生化学的手法による同定作業を行っており、ウランを含めた希少有用金属を海水から捕集するために有効な高機能性試薬の開発を目指している。また、頭足類のエラ心臓は多くの放射性核種を高濃度に蓄積する能力を持っており、放射性核種による海洋汚染の程度と拡がりをもニタするための指標としても重要であると考えられる。

本邦産二枚貝、巻貝、カニ、エビそしてウニ類の可食部中のウラン濃度は、魚肉に比べて同等もしくはやや高い値を示す場合が多く、特に二枚貝の軟体部とウニ類の生殖巣では高めであったがマダコのエラ心臓には及ばない。

海藻中のウラン濃度を Table 3 に示す。魚肉に比べるとはるかに高い値であるが、軟体動物の二枚貝の軟体部よりやや高い程度であった。しかしながら種によって大きな濃度差がみられ、今回分析した 22 種の中ではアナアオサが最も低い値の 2.0 ng/g 生を示した。最も高い値を示したのはワカメで平均濃度は 310 ng/g

生(5 検体の濃度範囲; 120–745 ng/g 生, 610–3 710 ng/g 乾)であった。Miyake ら⁷⁾は、本邦産海藻についてウランの放射化学分析を行い、その結果として 12 種の平均ウラン濃度は 590 ng/g 乾 (40–2 350 ng/g 乾) であり、本研究で得た 22 種について乾湿比から乾燥重量当たりのウラン濃度を求めたときの平均濃度の 506 ± 410 ng/g 乾と大差ない。なお、Miyake ら⁷⁾はウラン同位体比 ($^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$) を求め、放射能比は 1.07–1.18 であり、この値は試料採取海域の海水の $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ と一致しており、海藻によるウラン同位体の fractionation は起きていないとしている。一方、原田ら⁸⁾は、コンブ類について中性子放射化分析法でウラン濃度を求めた結果として北海道産マコンブで 130 と 514 ng/g 乾の値を報告しているが、今回の青森産のマコンブの値である 284 ng/g 乾に比べて大きな差はみられなかった。

Table 4 に海洋動物の硬組織中のウラン濃度を示したが、それぞれの軟組織とくらべてウラン濃度が非常に高いことがうかがえる。Table 2 におけるマイワシの筋肉と全魚体とではウラン濃度に 10 倍程度の濃度差が見られるが、この理由の一つとしては、Table 4 に示すように骨、鱗、鰓、耳石、鰭中には筋肉と比べて 17–730 倍もの高い濃度でウランが含まれているためにウランを高濃度に含む硬組織の存在が全体中のウラン濃度の押上げに寄与したのと考えられる。

濃縮係数の観点から見た場合、魚類筋肉の濃縮係数は最も低く、0.1 程度であり濃縮が起きていないことを示している。また頭足類のエラ心臓における濃縮係数の平均は 580 であった。前にも述べたが、エラ心臓には他の多くの放射性核種が高濃縮されるとの報告がある。たとえば Guary ら⁶⁾は、地中海のモナコ沖で採取したマダコのエラ心臓中の自然および人工放射性核種について分析し、 ^{241}Am 、 $^{239+240}\text{Pu}$ 、 ^{232}Th 、 ^{210}Pb 、 ^{210}Po が高濃度に検出され、このときのエラ心臓のこれらの核種に対する濃縮係数はおお

Table 3 The concentrations (ng/g·wet wt, ng/g·dry wt) and concentration factors (CF) of uranium in marine algae

Species		Organs	U conc. wet wt	U conc. dry wt	CF
Anaosa	<i>Ulva pertusa</i>	Whole body	2.0	9.39	0.65
Tsunomata	<i>Chondrus occellatus</i>	Whole body	60	239	19
Harigane	<i>Ahnfeltia paradoxa</i>	Whole body	38	84.4	12
Kushibenihiba	<i>Ptilota serrata</i>	Whole body	125	590	40
Akaba	<i>Neodilsea yendoana</i>	Whole body	101	518	32
Makusa	<i>Gelidium amansii</i>	Whole body	22	62.1	7.1
Hijiki	<i>Hizikia fusiformis</i>	Whole body	101	669	33
Wakame	<i>Undaria pinnatifida</i>	Whole body	310	1990	100
Arame	<i>Eisenia bicyclis</i>	Whole body	77	478	25
Akamoku	<i>Sargassum horneri</i>	Whole body	135	789	44
Oobamoku	<i>Sargassum ringgoldianum</i>	Whole body	105	580	34
Hahakimoku	<i>Sargassum kjellmanianum</i>	Whole body	81	438	26
Umitoranoo	<i>Sargassum thunbergii</i>	Whole body	95	495	31
Nejimoku	<i>Sargassum sagamianum</i>	Whole body	85	445	27
Isomoku	<i>Sargassum hemiphyllum</i>	Whole body	85	459	27
Togemoku	<i>Sargassum micracanthum</i>	Whole body	99	541	32
Mamedawara	<i>Sargassum piluliferum</i>	Whole body	80	419	26
Fushisujimoku	<i>Sargassum confusum</i>	Whole body	125	648	40
Uganomoku	<i>Cystoseira hakodatensis</i>	Whole body	36	259	12
Sujime	<i>Costaria costata</i>	Whole body	50	143	16
Chigaiso	<i>Alaria crassifolia</i>	Whole body	137	986	44
Makonbu	<i>Laminaria japonica</i>	Whole body	48	284	16

Table 4 The concentrations (ng/g·wet wt, ng/g·dry wt) and concentration factors (CF) of uranium in hard tissues of marine animals

Species	Organs	U conc. wet wt	U conc. dry wt	CF
Fish	Bone	21 - 85	38 -150	6.8 - 27
	Scale	45 -330	85 -620	15 -110
	Gill	7.8- 17	27 - 59	2.5 - 5.5
	Otolith	11 - 37	13 - 42	3.5 - 12
	Fin	65 - 96	130 -190	21 - 31
Cuttlefish	Cuttlebone	10 - 49	15 - 73	3.2 - 16
Clam	Shell	3.2- 36	3.2- 36	1.0 - 12
Shrimp	Carapace	16 - 77	33 -160	5.2 - 25
Crab	Carapace	2.1- 12	2.9- 17	0.68- 3.9
Sea urchin	Spine	20 -240	26 -320	6.5 - 77

むね 10^4 であったと報告している。

4. ウランによる内部被曝線量評価

海産食品の中で最も消費量の多い魚類筋肉の

ウランに対する濃縮係数は0.025-0.29と低い値を示し、頭足類でも普通に食用とされる腕や胴の筋肉部分および甲殻類の尾部や脚部の筋肉は魚肉と同等の低い濃縮係数を示した。したがって、海産食品の大部分を占めるこれらの生物によるウランの内部被曝線量に対する寄与の割合はきわめて小さいと言える。他方、貝類、特に二枚貝の仲間は筋肉と内臓を区別せずに食する人が多いため、全軟体部を分析対象としたが、石井³⁾はヒレジャコガイについてウランの分布を調べており、足に比べて腎臓などの内臓中のウラン濃度が高いと報告している。そのため、足筋肉だけを食べるウバガイなどの特殊な例を除けば、二枚貝は内臓を含む全軟体部を摂取するため内部被曝線量は無視できないと推定できる。

海藻類の濃縮係数は0.65-100であり、海藻の種類によって大きな差が見られた。厚生省の「国民栄養調査」⁹⁾では、日本人1人1日当たりの貝類および海藻の摂取量が魚介類のそれぞれ5%程度、すなわちおよそ20分の1の量であることを考慮すると、海産食品による日本人のウラン内部被曝線量に対する寄与の割合は貝類と海藻が主なものと推定できる。さらに、海藻類中では、ワカメの濃縮係数が1桁高く、消費量¹⁰⁾も50%を超えていることから、海藻を消費することに伴う内部被曝線量はほとんどがワカメからの寄与と考えてよい。

ここでワカメを摂取した場合の被曝線量を算定してみる。仮に日本人1人当たり1日の食料摂取量1336.2gのうちの海草類の消費量5.1g⁹⁾の50%である2.55gの生ワカメを毎日食しているとする、2.55gの生ワカメ中のウラン総量は790.5ng(ウラン濃度310ng×2.55g)となり、²³⁴U、²³⁵U、²³⁸Uの放射能の合計は18.4mBqに相当する。以上の数値を用いて成人が1年間ワカメを消費したことによる預託実効線量当量を算定すると²³⁴U、²³⁵U、²³⁸Uによる線量の合計は約1μSvとなる。ワカメ中における人工放射性核種の中では¹³⁷Csが最も高い放

射能である0.11mBq/gを示す¹¹⁾と報告されているが、ちなみに¹³⁷Csについて同じように線量当量を求めると約1nSvであり、ウランの線量が¹³⁷Csと比べて1000倍程度高いことになる。

ウニ類生殖巣のウラン濃縮係数も魚類筋肉よりかなり高いが、消費量は魚肉と比べて非常に低いレベルであり、内部被曝線量に対する寄与は無視しうる。頭足類の内臓などの濃縮係数も魚肉に比べて相当高く、特に、マダコのエラ心臓は注目される。

魚類については、マイワシ全魚体の濃縮係数が筋肉のそれより桁違いの高い値を示したが、骨、鱗、鰭などの硬組織を含んだまま小魚等を丸ごと食べる場合は、内部被曝線量を増加させることが明らかである。

5. 結 論

海洋生物および海水中のウランを誘導結合プラズマ質量分析法で定量し、ウラン濃度と濃縮係数を求めた。魚類、海産無脊椎動物、海藻間で濃縮係数を比較した場合、魚類の筋肉におけるウランの濃縮係数は非常に小さい値を示したことから、魚肉を摂取することによるウランの内部被曝線量は海産無脊椎動物や海藻と比べて非常に小さいものと推定された。

文 献

- 1) Ishii, T., Takaku, Y., Ishikawa, M., Matsuba, M., Kurosawa, M. and Koyanagi, T.: Application of inductively coupled plasma mass spectrometry to the determination of elements in marine organisms, *Environ. Sci.*, **2**, 177-191 (1989)
- 2) Ishii, T., Ishikawa, M. and Nakahara, M.: Application of inductively coupled plasma mass spectrometry to the determination of high mass elements in marine organisms, *Annual Report of National Institute of Radiological Sciences, NIRS-28*, 81-82 (1989)
- 3) 石井紀明: 誘導結合プラズマ質量分析法, 放射線科学, **33**, (3), 75-85 (1990)

- 4) Ichikawa, R. and Ohno, S. : Uranium content in marine fish, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **47**, 289 (1981)
- 5) Ueda, T., Nakahara, M., Ishii, T., Suzuki, Y. and Suzuki, H. : Amounts of trace elements in marine cephalopoda, *J. Radiat. Res.*, **20**, 338-342 (1979)
- 6) Guary, J. C., Higgo, J. W., Cherry, R. D. and Heyraud, M. : High concentrations of trans-uranic and natural radioactive elements in the branchial heart of the cephalopod *Octopus vulgaris*, *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, **4**, 123-126 (1981)
- 7) Miyake, Y., Sugimura, Y. and Mayeda, M. : The uranium content and the activity ratio $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ in marine organisms and sea water in the western north Pacific, *J. Oceanogr. Soc. Jpn.*, **26**, 123-129 (1970)
- 8) 原田武夫, 大石圭一, 小山睦夫 : 石灰藻およびコンブの放射化分析および生物中の元素分布の規則性, 日本水産学会誌, **49**, 1135-1141 (1983)
- 9) 厚生省公衆衛生局栄養課編 : “国民栄養の現状” 昭和57年度版, pp. 32-34 (1982)
- 10) 放射線影響協会 : 国民線量推定のための基礎調査 (XII), [V] アルファ核種等の摂取量, pp. 25-45 (1994)
- 11) National Institute of Radiological Sciences : Radioactivity survey data in Japan, NIRS-RSD-111, p. 26 (1997)

Abstract

The Concentrations of Uranium in Marine Organisms

Mitsue MATSUBA, Toshiaki ISHII, Motokazu NAKAHARA, Ryoichi NAKAMURA,
Teruhisa WATABE and Shigeki HIRANO

Laboratory for Radioecology,
National Institute of Radiological Sciences,
3609, Isozaki, Hitachinaka-shi, Ibaraki Pref. 311-1202, Japan

Determination of uranium in sixty-one species of marine organisms was carried out by inductively coupled plasma mass spectrometry to obtain concentration factors and to estimate the internal radiation dose. The concentrations of uranium in soft tissues of marine animals were ranged from 0.077 to 5040 ng/g wet wt. Especially, the branchial heart of cephalopod molluscs showed the specific accumulation of uranium. The concentration factor of the branchial heart of Octopus vulgaris, which indicated the highest value, was calculated to be about 1.6×10^3 , comparing with that (3.1 ng/ml) in coastal seawaters of Japan. The concentrations of uranium in hard tissues of marine invertebrates such as clam and sea urchin were similar to those in soft tissues. In contrast, hard tissues like bone, scale, fin, etc. of fishes showed much higher concentrations of uranium than soft tissues like muscle. The concentrations of uranium of twenty-two species of algae were ranged from 2 to 310 ng/g wet wt. Particularly, the brown alga Undaria pinnatifida showed the highest value of the uranium content in the algae and its concentration factor was calculated to be 10^2 .

(Received January 7, 2000)