

資 料

551. 35 : 546. 791+547(262)

黒海と地中海の堆積物中のウランと有機物*

A. V. KOCHENOV, G. N. BATURIN,
S. A. KOVALEVA, E. M. EMELYANOV & K. M. SHIMKUS

矢部 之男 訳

現世堆積物における諸元素の分布特性を解明することは、堆積性鉱床における諸元素の濃集機構を究明する上に、1つの重要な手掛りとなる〔1〕。この点からみると、ウランは、ごく不完全な研究しか行なわれていない。このことから、われわれは黒海、アゾフ海、地中海、バレンツ海、およびその他の海盆の堆積物について、一連の定量を行なった。この研究によって、一連の海成堆積物においては、ウラン含量はクラーク値の範囲にあるが、黒海とバルト海の堆積物では局部的にウランが富化されている、ということが明らかにされた。

黒海とバルト海の軟泥においてウラン含量が高いということは、すでに他の研究者達によって注目されている〔2—4〕。しかしながら、これらの研究でなされた有機物の定量値は、堆積物におけるウラン分布の一般図式やその沈殿機構を再現するような可能性を示していない。

この問題を補うために、われわれはより広範な試料について研究した。すなわち、堆積物の生成過程と水理学的状況にさまざまなタイプがみられる黒海と地中海の堆積物を、比較研究の第1対象として選んだ。海域にそって大体均等に配列されるように黒海堆積物70試料と地中海堆積物80試料について、堆積物表層におけるウランの分布を研究した。

ウランは蛍光法で定量した〔5〕。高い有機物含量を示す試料については、あらかじめルツボ中で灼熱処理をした。分析結果を精密化するため、その25%については2度実施した。

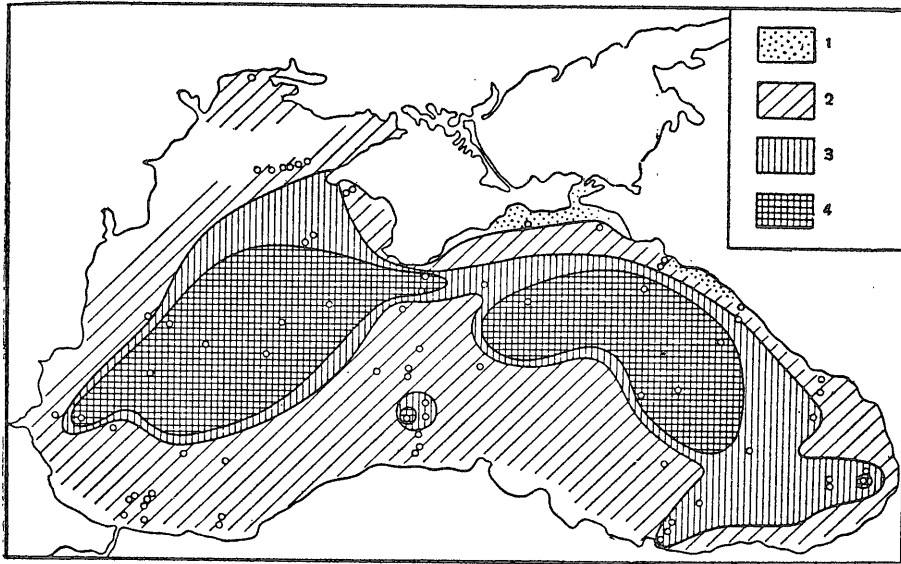
海盆から採取したおのおのの現世堆積物は、次のように要約して特徴づけることができる。黒海の深海堆積物は、有機物に富む(Corg 2~4%ないしそれ以上) 淡青灰色あるいは緑灰色の薄い半流体状弱石灰質ないし石灰粘土質軟泥からなる。地中海の深海粘土質およびシルト粘土質軟泥は、黒海の堆積物とは異なり、通常、明黄褐色に酸化・彩色されている。それらは高密度、高粘性、層理の発達していることで織別される。地中海の軟泥はより石灰質(CaCO₃ 60~70%以内)で、有機炭素量(通例、0.4~0.8 Corg)は黒海に較べて乏しい。残りの成分については両海域の堆積物はほぼ等しい。

黒海堆積物におけるウランの分布図式を検討すると、まず第1に、停滞水域に対応する中央海盆にウランの最大含量域が存在する、ということを目せざるをえない。ウラン含量はほとんど完全な形で周縁に向かって急激に減少している(第1図)。

この海盆ではウランは、沖合性軟泥に最大含量の存する元素グループにもなっている。ストラーホフ〔1〕とグラゴレーワ〔6〕によると、Corg, P, Ca, Co がこれらの元素に相当し、真溶液がそれらの移動に大きな役割を演じている。実験的研究によって、これは海水中における存在形態という点で信ずべきであることが明らかにされた〔7, 8〕。堆積物においてこれらの元素とウランの分布が類似しているのは、同じような移動形態をとるからである。

これに対し、懸濁物として移動する元素グループ(V, Cr, Ni)は、海盆の沿岸帯で最大に濃集する。〔1, 6〕。これらの元素グループのうちに希土類も加えねばならないかも知れない。黒海堆積物60試料の半定量分光分析により、TRの極大は粘土質軟泥にあらわれることが明らかに

* A. В. Коченов, Г. Н. Батурич, С. А. Ковалева, Е. М. Емельянов, К. М. Шимкус: Урани Органическое Вещество в Осалках Черного и Средиземного Морей., Геохимия, no. 3, p. 302~313, 1965



第1図 黒海堆積物におけるウランの分布 (天然堆積物についての%)
 1- $1 \cdot 10^{-4}$ %以下; 2- $1 \cdot 10^{-4}$ から $5 \cdot 10^{-4}$ %まで; 3- $5 \cdot 10^{-4}$ から $1 \cdot 10^{-3}$ %まで; 4- $1 \cdot 10^{-3}$ %ないしそれ以上

なった。沖合性粘土石灰質および石灰粘土質軟泥中では、希土類元素は注目されない。つまり、この方法では検知しえない領域以下にこれらの含量が下がっているからである。TRの分布にみられる同じような性質は、先にストラーホフによって注目された〔9〕。

ここで他の元素とは異なるウランの挙動特性に注目する必要がある。いろいろなタイプの黒海堆積物に含まれる大部分の元素の濃度は相対的なものであり、クラーク値の範囲にある(第1表)。と同時に、黒海の停滞水域にある堆積物中のウラン含量は、堆積岩類に対するクラーク値の5倍ないしそれ以上を超えている。われわれの定量結果によると、ノーマルなガス状態にある海水(アゾフ海, 地中海, バレンツ海, ベーリング海)では、これと同じような濃度のウランは認められない。

第1表 黒海堆積物の元素濃集

	V	Cr	Ni	Co	Cu	Fe	Mn	P	U	Corg
当該元素の最大濃集型堆積物の平均含量, % *	0.0099	0.0084	0.0067	0.0016	0.003	3.68	0.066	0.059	0.0015	3.5
堆積岩類のクラーク値**	0.013	0.016	0.0095	0.0023	0.0057	3.33	0.067	0.07	0.0003	*** 0.67
濃集係数	0.77	0.52	0.70	0.70	0.53	1.1	1.0	0.85	5.0	5.2

* ストラーホフによる〔参考文献1, p. 123, 第18表〕

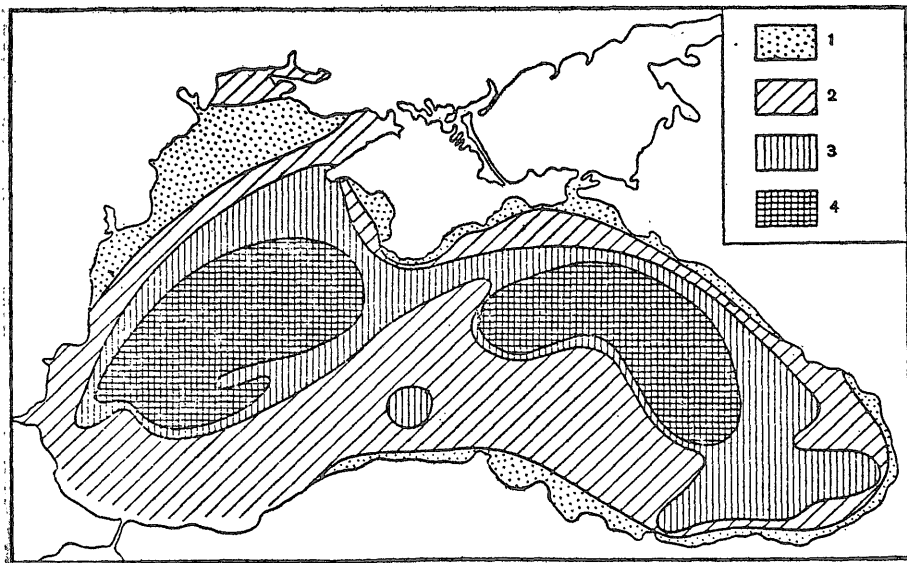
** ビノグラードフによる〔参考文献10-a〕

*** ロシア台地産粘土の平均 Corg 含量〔参考文献10〕

ウラン以外にこのような高濃度のみられる元素は有機炭素をのぞいて外にない。黒海の停滞水域の堆積物におけるその含量は、ロノフのデータから推算したロシア台地の粘土中の平均有機炭素含量0.67%の5倍を超えている [10]。

黒海軟泥中で4.5%に達している有機炭素の濃度は、一連の他の海盆の堆積物に比して高い。このような事情から、われわれは海成堆積物中のウランと有機炭素との関係に何か特別な関係があるのだろう、と考えざるをえなくなったのである。

黒海堆積物の表層における有機炭素の分布図式は、ストラホフ [1] とグラゴレーワ [6] の研究で示されている。試料の処理にあたっては、Corg も分析した。分析の結果は、これらの著者によって示された図式にほとんど完全に合致している。2, 3の場合についてはみは精度は幾分劣るが、有機炭素の分布図の主要部分についてはほとんど変更を要しなかった (第2図)。第1図と第2図とを比較すると、停滞水域がウランと有機物の最大濃度帯にほとんど完全に一致する、ということが容易に読取れる。第3図にはウランと Corg との関係グラフによって示してある。



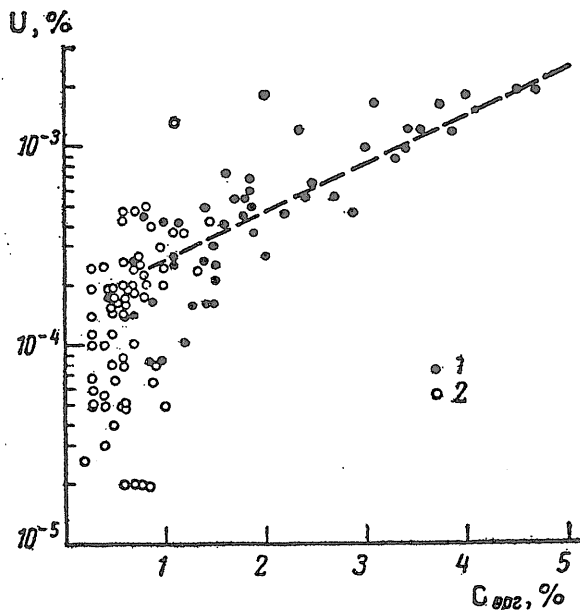
第2図 黒海堆積物中の有機炭素の分布 (天然堆積物についての%)
1—1%以下; 2—1から2%まで; 3—2から3%まで; 4—3%以上

ウランと Corg 含量との間にみられる直線的な比例関係は、黒海堆積物へのウランの濃集が、堆積物中での有機物含量の上昇と関係している、ということを示している。

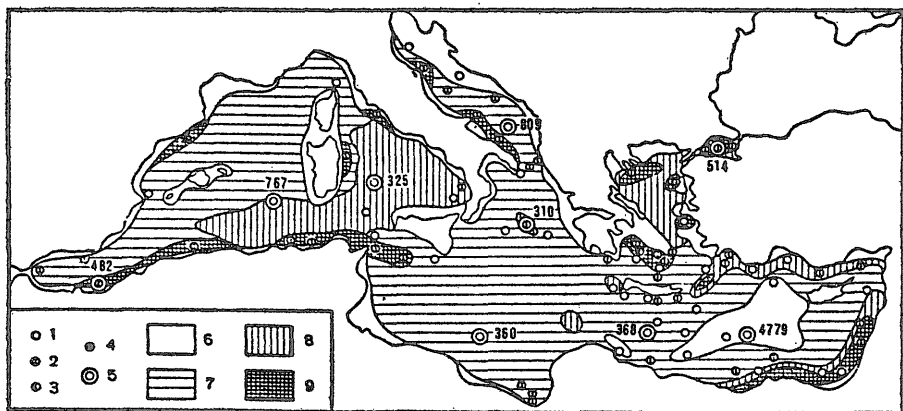
黒海の深層軟泥の特性は、隣接するアゾフ海と地中海の堆積物に比較すると、特にはっきりと現われる。スタリーク、ニカラエフおよびその他 [3], ならびにわれわれの定量データによると、アゾフ海堆積物はウラン含量に関し、黒海のそれと較べると相当に低い。特に注目すべきことは、アゾフ海における Corg の含量も平均して低く、約1.7%である [11]。

地中海の堆積物表層におけるウランの分布図をみて気付くことは、その含量が $2 \cdot 10^{-5}$ から $4 \cdot 10^{-4}$ % というごく限られた狭い範囲にある、ということである。

0.001% のウラン含量を示す唯一の試料をのぞいては、局所的なウランの濃集はどの海域においても決してみられない。事実、ここでは Corg とウランの分布についてもある特性を帯びている。相対的に高い有機炭素含量 (0.8%以上) は、大陸斜面の下部ないし個々の海溝周縁部にみられる。最も顕著な Corg の濃集域は河口付近にみられる。もっともここでは1.5%を超えることはない。



第 3 図 黒海と地中海の堆積物におけるウラン-Corg の相関グラフ
1-黒海堆積物・2-地中海堆積物



第 4 図 地中海堆積物におけるウランと有機炭素の分布(天然堆積物についての%)ウラン含量; 1- $1 \cdot 10^{-4}$ 以下;
2- $1 \cdot 10^{-4}$ から $5 \cdot 10^{-4}$ まで; 3- $5 \cdot 10^{-4}$ から $1 \cdot 10^{-3}$ まで; 4- $1 \cdot 10^{-3}$ %; 5-柱状, 有機炭素含
量; 6-0.4%以下; 7-0.4~0.6%; 8-0.6~0.8%; 9-0.8%以上

黒海と地中海の堆積物中のウランと有機物 (矢部之男 訳)

地中海の海盆中央部の堆積物や浅海性粗粒堆積層中にも 0.5% 以下の Corg しか含んでいないところがある。215 個の定量結果に基づいて作成した地中海堆積物における Corg の分布図を第 4 図に示す。

ウランの挙動を示す図はきわめてよく似ている。より高いウラン含量域 ($n \cdot 10^{-4}\%$) は、ほとんどすべて最大の Corg 含量を示す沿岸帯に合致している。海盆中央部におけるウラン含量は $n \cdot 10^{-3}\%$ 以内にプロットされる (第 4 図)。

しかしながら、第 3 図から明らかなように、地中海堆積物における Corg とウランとの定量的相関関係は、黒海におけるその関係よりも相当に弱い。恐らく、軟泥中のウランと有機物含量がクラーク値あるいはそれ以下の場合には、それらの関係はある程度乱されるのであろう。地中海堆積物におけるウランと Corg との相互関係は、全体として、海域にそう両元素の分布図が黒海でみられるそれとは対照的であるにもかかわらず、全く明瞭に表われている。

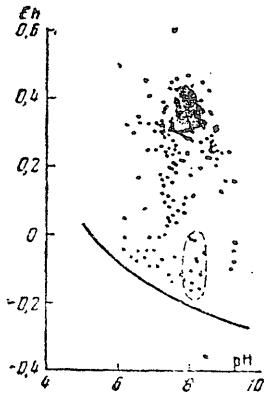
ウランの地球化学からみても明らかなように、4 価ウランの難溶性酸化物の生成に伴う還元作用は、水溶液からのウランの沈殿をもたらす最も重要な要因の 1 つとなっている。黒海の硫化水素汚染帯における低い酸化・還元ポテンシャルが、この作用をうながすはずだ、と考えざるをえない。しかしながら、スタリーク、ニカラエフ、クズネツォフ、レーギン [2, 3] は、黒海の海水に実在する酸化・還元ポテンシャルはウランの還元をなしえないと考えている。彼らの見解によれば、この作用は水層中や Eh 値が底層水より低い軟泥中では行なわれない。もしそうであるならば、堆積物中におけるウランの濃度は酸化・還元ポテンシャルの強さで制御されるはずである。

黒海全域にわたる堆積物の酸化・還元ポテンシャルの分布については研究されていない。しかし、数種のタイプの軟泥に対する Eh 値は公表された研究で知られている (第 2 表)。

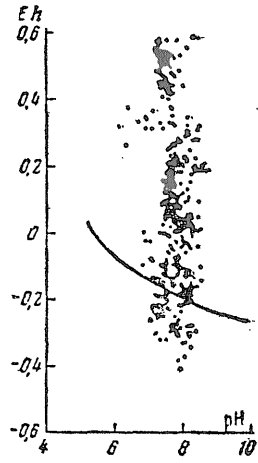
第 2 表 黒海堆積物の表層における酸化・還元ポテンシャル

測点番 号	堆積物のタイプ	Corg %	Eh, mv	試料数	文献源
	イガイ (Mytilus) 軟泥	1.03	-60	7	[13]
	フェゼオリン質軟泥 無生物深層軟泥	1.37	-70	15	[13]
	1) シルト・粘土質	1.09	-101	1	[13]
	2) 粘土質	1.48	-166	6	[13]
4772	酸化帯軟泥	—	-121		[14]
4745 a	"	—	-146		[14]
4745 b	酸化帯と硫化水素帯の境界の軟泥	—	-197		[14]
4745	大陸棚の粘土質軟泥	—	-212		[14]
4754	"	—	-199		[14]
4740	黒海中央部の軟泥	—	-202		[14]
4751	"	—	-224		[14]
4752	"	—	-213		[14]

これらのデータは数も少なく、ばらばらではあるけれども、沿岸堆積物から沖合性堆積物にかけて、その表層における酸化・還元ポテンシャルが全く規則的に低下していることを示している。現世および古黒海期の軟泥層中では -258mv [16] と -268mv [14] までのより低い酸化・還元ポテンシャル値がみられる。深層軟泥にみられるこのように低い Eh 値は、理論的にウランの還元作用を保障している。これは第 5 図と第 6 図にグラフで示してあるが、これについてはバース・ベキン、カプランおよびムールの研究 [15] による海水と堆積物に対する一対の Eh-pH 値と、ナウモフ [7] により計算されたウランの酸化・還元形態の平衡曲線から取上げたものである。黒海海域における堆積物のポテンシャルを決定する主要な成分—Corg と H₂S—の挙動は著



第 5 図 海水の一对の pH-Eh 値 [15] およびそれと $U(OH)_4-U$ 平衡曲線との相互関係



第 6 図 海水の一对の pH-Eh 値 [15] およびそれと $U(OH)_4-U$ 平衡曲線との相互関係 [7]。黒海の硫化水素汚染帯に相当する地域を点線を示す [7]

しく差異がある，ということに興味深い。この事実は第 2 図と第 8 図を比較すれば容易に理解される。

ボルコフ [17] が明らかにしたように，硫化水素含量は停滞水域を取巻く大陸斜面帯で最大に達し，海盆の中心に向かって減少して行く。有機物を伴う場合には逆の様相がみられる。

われわれが考察してきたように，ウランは有機炭素とはっきりと相関するので，軟泥におけるウランの分布は H_2S の分布とはそれぞれ識別される。泥水中のウランと硫化水素との間の相関にみられる性格は第 8 図に示してある。

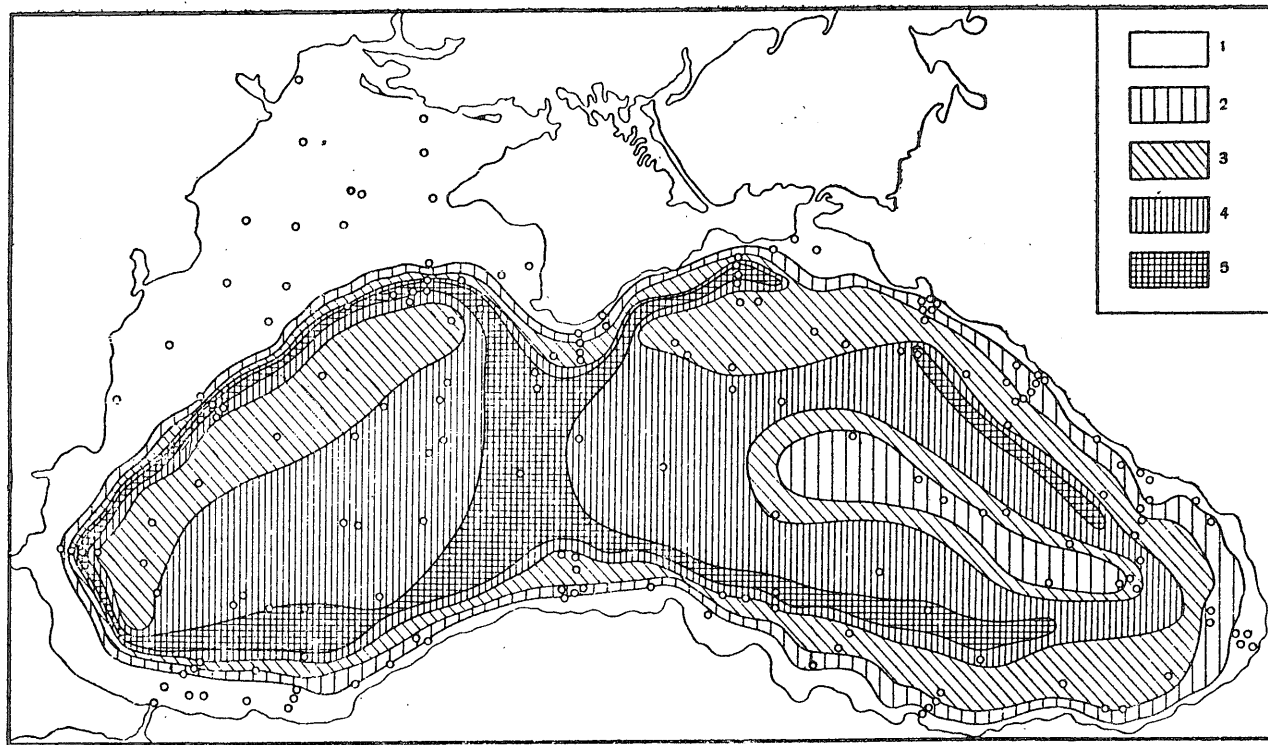
最も有機物に富む停滞水域の石灰粘土質軟泥中の酸化・還元ポテンシャルに関するデータは，いかんながらわれわれは持合せていない。この事情は，堆積物中における酸化・還元ポテンシャルとウランの濃集過程におけるその値を規制する要因問題を最終的に解くことを不可能にしている。

ウランの濃集機構問題を解くためには，堆積物の断面や海域にそうウランおよびそれに随伴する成分の分布特性を認識するのみならず，堆積物に沈殿するその形態を認識する必要がある。もちろん，われわれがまず第一に関心をもつのはウランが最大に富化している停滞水域の堆積物である。

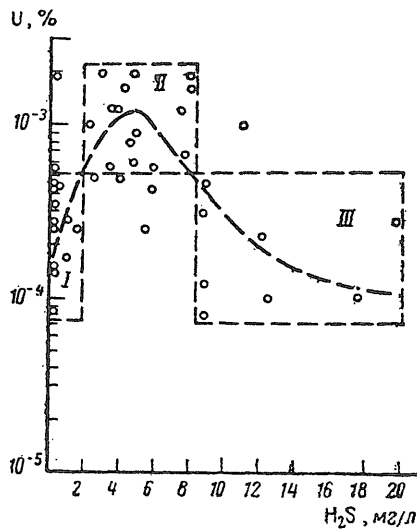
岩相組成上，それらはほとんどが 20~50% の炭酸塩を含む石灰粘土質軟泥である。これら堆積物中の有機成分は 2 つの主要な形態をなしている。すなわち，1) 径 2~3 mm の黄色および明黄褐色のよく保存されているキチン質分。数% の磷は定性化学反応によってキチン質残留分に固定させられる。磷は磷酸カルシウムとして甲殻類の殻のなかの鉱物組成に入る。ストラーホフと他の研究者 [1, 17] は，磷は生物学的循環に関与し，斃死生物の遺骸とともに堆積物中に沈降する，ということを明らかにした。2) 堆積物の層理に平行して分布する不規則な黄褐色の磷および微粒細片 (約 0.05mm) としてごく微量に散在している有機物。

双眼顕微鏡下でピックアップしたキチン質碎屑物は約 0.02% のウランを含んでいる。分散している有機物を微量の鉱物質分から完全に分離することには成功していないが，しかし，浄化法で得られるシルト分中には有機物が幾分濃集する。この場合のシルト分中のウラン含量も原試料より増している (第 3 表)。

これらのデータはウランの保持者として有機成分が重要な役割を果している，ということを強



第7図 ストラークホフ [17] による黒海堆積物中の硫化水素の模式分布図 (泥水1ℓ 当りの H₂S, mg)



第 8 図 黒海堆積物における硫化水素間の相関グラフ
 I—沿岸帯の堆積物；II—停滞水域の堆積物；III—大陸斜面の堆積物

第 3 表 黒海堆積物の各粒子中のウランと有機物の分布

測点番号	原 試 料		粘 土 粒 子		シルト 粒 子	
	U	Corg	U	Corg	U	Corg
227	$1.2 \cdot 10^{-3}$	4.0	$1.0 \cdot 10^{-3}$	3.9	$2.3 \cdot 10^{-3}$	8.1
235	$1.5 \cdot 10^{-3}$	3.2	$1.2 \cdot 10^{-3}$	2.8	$2.5 \cdot 10^{-3}$	6.0
289	$1.2 \cdot 10^{-3}$	2.3	$1.0 \cdot 10^{-3}$	2.0	$2.5 \cdot 10^{-3}$	5.8

調している。海成堆積物中では本来の鉱物学的ウランの分別はみられず、文献中でもみあたらない。したがって、海水からのウランの定着は有機物による吸着とみなさざるをえない。キチン再生成物によるウランの吸収の可能性については、マンスコーワ、ドロズノーフ、エメリャノーフの実験により明らかにされている [32]。

海盆の堆積物の有機物によるウランの濃集度といろいろのガス状態とを比較することは興味深い。黒海の粘土石灰質堆積物に対する $U/Corg$ 比は平均 $3.2 \cdot 10^{-4}$ である。黒海の酸化帯ならびに地中海の堆積物に対するこの比は $1.5 \cdot 10^{-4}$ である。もし、ウランが有機物について直接に定量されるならば、その差は恐らくさらに大きくなるだろう。しかしながら、海成軟泥からウランを分離することは不可能であった。 $U-Corg$ の相関々係にみられる性格の差異は第 3 図によく現われている。キチン質の有機残留物は現世堆積層においてしばしば相当にみうけられるので、われわれは比較のためにバレンツ海の堆積物から分離した蠕形動物—多毛類のキチン質管を分析した。その結果、このなかには全体で $4 \cdot 10^{-4}$ % のウランが含まれていることが明らかになった。黒海軟泥産のキチン質残留物には 0.02% のウランが含まれていることが注目された。

いまのところではまだ充分とはいえないが、これらのデータに基づいて、有機物の違いによってウランの濃集度に差が生ずる、と結論を下しうる。恐らく、軟泥の低い酸化・還元ポテンシャルが、他と同様な条件の場合、ウラン濃度を決定する重要な一要因であるといえよう。数多くの実験によって、酸化環境下でアルカリ炭酸塩溶液からごくわずかのウランの吸着が生ずることが明らかにされた [7]。これらの溶液中のウランは陰イオンの形で存在するのに、天然の吸着剤

のほとんど大部分は陽イオンとして存在する (有機物はそのなかにはいる)。炭酸ウラニル錯体の分解は $\text{pH} < 7.0$ のときに生ずる。しかしながら、このような酸性度をもった海水は知られていない。錯体が分解する場合には、軟泥の低い酸化・還元ポテンシャルが特に重要な役割を演ずるのであろう。

ここで指摘しておかねばならぬことは、還元によってウランが UO_2 の固相の形で沈殿することは、この化合物が特に低い溶解性しかもたないということも考慮してもありそうにない、ということである。恐らく、還元環境下で生成される 4 価ウランの陽イオンは、独自のウラン鉱物を生成せずに、有機成分に収着されるのであろう。

したがって、黒海堆積物におけるウランの濃集機構の実体は、ウランの有機成分への収着と還元とに帰せられる。

ウランの濃集過程は選択的である。前述のように、黒海堆積物について研究された他の金属の含量はクラーク値を超えていない。これらは堆積岩において普通に伴われる元素 (V, P, Ni) に相当する。なかんずく、Corg 17% 以上を含む古黒海期堆積物の 2 試料においてのみ高濃度のバナジウム (0.038 および 0.043% V_2O_5) が注目された [18]。それらの中へのバナジウムの沈殿は筆者らにより、堆積物のピチューメン化過程でのバナジウムの再配分として解釈されている。すなわち、この作用の結果、バナジウムは有機誘導体と関連する。ストラーホフ [1] が明らかにしているように、堆積物の表層におけるバナジウムは陸源成分と関連し、その分布図は有機物 (およびウラン) のそれとは著しく異なっている。これもまた Ni と関連する。海域における燐の分布はウランの分布とよく一致しているが、しかし、燐の含量が低いということで、両元素間の成因的關係を裏付けることは今のところ不可能である。

黒海の停滞水域の堆積物中で有機物含量が高いという問題については、特に検討する必要がある。乾燥気候によってもたらされる相対的な陸源物質の量は、黒海においても、アゾフ海やカスピ海においても同じ条件にある [20—22]。これに反し、黒海の生物生産力はアゾフ海やカスピ海に較べると相当に劣っている。と同時に、ダツコのデータ [21] によれば、黒海の堆積物に流入する有機物の相対および絶対量は異常に高く、植物性プランクトンの年間生産量の 10% 以上に達する。まずは、堆積物中への多量の有機物の流入の原因を黒海の特異な性格、すなわち、底層水の硫化水素汚染、に求めねばなるまい。かつて、クリス、その他 [23, 24] が、水層の硫化水素汚染は細菌の活動に決して影響を及ぼさないと主張した。その後、この結論はソロキンにより疑問視され [14, 25, 26]、硫化水素帯における微生物の量および活動度は、酸化帯におけるよりも特に低いとはいえない、ということが証明された。そのデータによれば、黒海の深層軟泥においてさえ嫌気性の微小植物群が抑圧された環境下に存在する。これを考慮すれば、細菌に充分に利用されえない相当量の有機物がここに保存されている、といえる [25]。

したがって、水層の硫化水素汚染は有機物の分解と酸化作用を妨げ、海底への有機物の沈積と蓄積をうながす。

ベレルとゴルスカヤは黒海の硫化水素帯の軟泥中に存在する有機物グループの研究に基づいて、これと同じ結論をえている [27, 28]。

黒海堆積物中の Corg の分布特性を考慮すれば、真溶液は有機物の移動をうながす主要な形態であるといえる。

アレキンとモリチューワが明らかにしているように [29]、炭酸カルシウムの沈降過程が海水からの有機物の沈殿に重要な役割を果している。この際、有機質分は炭酸カルシウムの表面に吸着され、堆積物中に取込まれる。われわれが行なった、水と着色有機物を用いた多数の実験から、最も広範囲にわたるアルカリ性-酸性条件の変化も、また溶解塩類それ自体による鉱化作用の増大も有機物の凝集をもたらさない、ということが示された。炭酸カルシウムの沈積だけが水の著しい浄化をもたらす、その際、点在する微粒方解石と有機物細片の混合物からなる明褐色の堆積物が沈降する。黒海の停滞水域にみられる石灰粘土質堆積物中では、大部分の有機物は同じ細片状

の形態を有するが、全海域に対して化学的に沈殿した炭酸カルシウム分は全炭酸カルシウム量の約50%以内である、とストラーホフにより見積られている[30]。黒海堆積物における炭酸塩の沈積作用と有機物の沈殿との関係も、カルシウムとCorgの分布図式におけるのと全般的に似ている、と指摘される。

地中海堆積物においてはこのような関係は観察されない。恐らく、大部分の炭酸塩は有機物起源によるのであろう。

堆積物中に沈降した有機物は一連の変質をこうむる。

近年における研究[19, 31, 32]によって、メラノイジン反応が底層付近の条件における有機物変換の重要なメカニズムの一つである、ということが明らかにされた。これは蛋白質の分解時に遊離されるアミノ酸、ならびにメラノイジンやフミン酸のような高度に凝集された暗色の非溶解性化合物の生成をもたらす炭水化物とともに、蛋白質自体が凝集することに帰せられる。これらの化合物はウランに比し高い吸収能を有する[32]。同じような反応が嫌気性環境下で最も完全に行なわれる。

地中海堆積物の顕微鏡的研究からみると、これらは本質的にはあるタイプの有機成分であり、ここでは大部分がごく細かな炭化植物組織の粒子からなる、とみなしうる。この場合は恐らく、溶液からの有機物の沈降は堆積物への濃集を左右する主要な過程ではないであろう。

有機物の形態上の差異とその性質における差異は、黒海と地中海の堆積物におけるCorgの分布とそれに関連するウランの分布図式にはっきりと反映している。この例によって再確認されることは、堆積物中でのそれら元素の分布にみられる移動形式の意義に関するストラーホフの結論である。

このように、黒海と地中海の例において、堆積物におけるウランの分布と濃集に果す有機物の重要な役割が特に明瞭に示される。とはいうものの、有機物が果してこの作用を制御する唯一の要因であろうか。海盆におけるウランの地球化学にまつわるあらゆる動因はいまだに解明されずに残されている。なかんずく、1)有機物のグループ組成はウランの沈積にどのような意義を有するか。2)ウランの濃集に対して磷酸カルシウム(この中には有機物起源のものも含まれる)はいかなる役割を果すか。3)海盆における全般的な水理化学的影響がどのように表われるか。4)乾燥地域にある母岩。5)気候、その他。

これらの問題を解決するには、さまざまな天然条件の広い領域にまたがるウランの海洋地球化学に関する将来の詳細な研究にまたねばならない。この方向にそってわれわれは研究を継続中である。

結 論

1. 黒海の停滞水域の堆積物におけるウランの濃集は選択的である。他の研究された元素(Corgを除く)で量的にクラーク値を超えて沈積する元素は1つもない。
2. 黒海におけるウランの沈殿は、第1には、堆積物における有機物含量が高いということに關係し、第2には、有機物それ自体の高含量に關係する。
3. 海水からのウランの固定メカニズムは有機物によるウランの吸収に帰せられる。黒海堆積物の低い酸化・還元ポテンシャルがこの作用を促進するが、これは堆積物における有機物の高含量と硫化水素がその原因となっている。収着と酸化・還元作用の結合が堆積物中の有機成分へのウランの完全な固定をもたらす。
4. 地中海堆積物における、通常クラーク値を超えない低ウラン含量は、有機物の含量が低いためである。
5. 黒海と地中海の堆積物におけるウランと有機物の分布にみられる性格の差異が、Corgの移動形態の違いとなって表われる。つまり、これらの海盆の地質学的、水理地質学的特性と関連しているのである。

文 献

1. Страхов Н. М. Основы теории литогенеза. Изд-во АН СССР, 2, 1962.
2. Старик И. Е., Николаев Д. С., Кузнецов Ю. В., Легин В. К., Докл. АН СССР, 139, № 5, 1961.
3. Старик И. Е., Николаев Д. С., Кузнецов Ю. В., Легин В. К. Докл. АН СССР, 139, № 2, 1961.
4. Koszu F. F., Tomić E., Necht F. Geochim. et cosmochim. acta, 11, № 1—2, 1957.
5. Васильев П. И., Подвальная Р. Л. Сб. «Методы определения радиоактивных элементов в минеральном сырье». Госгеолтехиздат, М., 1961.
6. Глаголева М. А. Сб. «Современные осадки морей и океанов». (тр. совещания 24—27 мая 1960). Изд-во АН СССР, 1961.
7. Сб. «Основные черты геохимии урана». Ред. А. П. Виноградов. Изд-во АН СССР, 1963.
8. Старик И. Е., Колядин Л. Б. Геохимия, № 3, 1957.
9. Остроумов Э. А. Докл. АН СССР, 91, № 5, 1953.
- 10-а. Виноградов А. П. Геохимия, № 1, 1956.
10. Ронов А. Б. Геохимия, № 5, 1958.
11. Горшкова Т. И. Тр. ВНИРО, 31, 1955.
12. Скопинцев Б. А. Докл. АН СССР, 108, № 6, 1958.
13. Савич В. Г. Основные черты окислительно-восстановительного состояния современных морских осадков. Кн. «Накопление и преобразование органического вещества в современных морских осадках». Гостоптехиздат, М., 1956.
14. Сорокин Ю. И. Микробиология, 31, вып. 5, 1962.
15. Баас-Бекинг Л. Г. М., Каплан И. Р., Мур Д. Сб. «Геохимия литогенеза». Изд-во иностр. лит., 1963.
16. Шишкина О. В. Докл. АН СССР, 139, № 5, 1961.
17. Волков И. И. Сб. «Современные осадки морей и океанов» (тр. совещания 24—27 мая 1960). Изд-во АН СССР, 1961.
18. Остроумов Э. А., Волков И. И., Геохимия, № 6, 1957.
19. Манская С. М. Природа, № 1, 1957.
20. Страхов Н. М. Сб. «Образование осадков в современных водоемах». Изд-во АН СССР, 1954.
21. Дацко В. Г. Органическое вещество в водах южных морей СССР. Изд-во АН СССР, 1959.
22. Федосов М. В. Сб. «Современные осадки морей и океанов» (тр. совещания 24—27 мая 1960). Изд-во АН СССР, 1961.
23. Крисс А. Е., Рукина Е. А., Тихоненко А. С. Докл. АН СССР, 75, № 3, 1950.
24. Крисс А. Е., Рукина Е. А., Бирюзова В. И. Микробиология, 20, вып. 2, 1951.
25. Сорокин Ю. И. Микробиология, 31, вып. 3, 1962.
26. Сорокин Ю. И. Микробиология, 31, вып. 4, 1962.
27. Вебер В. В. Преобразование органического вещества. Кн. «Накопление и преобразование органического вещества в современных морских осадках». Гостоптехиздат, М., 1956.
28. Горская А. И. Там же.
29. Алексин О. А., Моричева Н. П. Докл. АН СССР, 119, № 2, 1958.
30. Страхов Н. М. Сб. «Образование осадков в современных водоемах». Изд-во АН СССР, 1954.
31. Дроздова Т. В., Коченов А. В. Геохимия, № 8, 1960.
32. Маская С. М., Дроздова Т. В., Емельянова М. П. Геохимия, № 4, 1956.