
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

BRUNO SCHREIBER, ALESSANDRO DELLE SITE, LAURA
TASSI PELATI

**Isotopi del plutonio in campioni di plancton e acqua
prelevati in alcune zone dei mari italiani**

*Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche,
Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 67 (1979), n.6, p. 441–446.*
Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1979_8_67_6_441_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di
ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le
copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Ecologia. — *Isotopi del plutonio in campioni di plancton e acqua prelevati in alcune zone dei mari italiani* (*). Nota di BRUNO SCHREIBER (**), ALESSANDRO DELLE SITE (***) e LAURA TASSI PELATI (**), presentata (****) dal Socio S. RANZI.

SUMMARY. — The contents of $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{238}Pu in plankton and sea water samples collected in some zones of Italian coasts were determined.

Through other authors' data on samples collected in oceans and in the Great Lakes of Northern America we can make some interesting considerations.

The values chiefly refer to the plutonium of the radioactive fallout whose amount is the same in the whole latitudinal band of the northern hemisphere between the 40th and the 60th parallel.

The concentrations of $^{239,240}\text{Pu}$ in pCi/Kg of wet Mediterranean plankton are close to the lowest values found for the plankton of Lakes Erie and Michigan. The same considerations are valid for the values of the concentration factors that, for the Mediterranean samples, are between 50 and 250. The concentration factors of the mixed plankton from the Atlantic and Pacific Oceans are about 2500, whereas those of the Lake Michigan plankton range from about 100 to 15,000 according to the increase of the phytoplankton contents in the sample.

This would lead us to think that the real value of the concentration factor for the zooplankton, both of sea water and of fresh water, is of some hundreds.

I. INTRODUZIONE

Il Mediterraneo è indicato come un bacino di concentrazione di acqua marina conseguente alle note condizioni climatiche. I suoi scambi con l'Atlantico sono lenti e si valuta occorrono 75 anni perchè le sue acque si rinnovino completamente. Tali caratteristiche insieme ai continui versamenti in esso di sostanze contaminanti contribuiscono al suo progressivo inquinamento.

Il problema è all'attenzione di molti paesi rivieraschi impegnati in programmi di monitoraggio per gli inquinamenti convenzionali e radioattivi.

Tra i radionuclidi artificiali i transuranici destano grande interesse per la radiotossicità e la persistenza ambientale (USERDA-IAEA 1976, Delle Site 1978).

Dei transuranici presenti nell'ambiente marino è stato studiato principalmente il plutonio la cui concentrazione nei diversi substrati ha messo in

(*) Una parte del lavoro svolto presso l'Istituto di Zoologia è stata finanziata dal C.N.R. e dal M.P.I.

(**) Istituto di Zoologia dell'Università di Parma.

(***) C.N.E.N. Direzione Centrale per il Funzionamento, Casaccia, Roma.

(****) Nella seduta del 15 dicembre 1979.

evidenza i punti di maggiore o minore accumulo. Ad esempio, il detrito biogeno derivante dal plancton viene considerato il principale vettore di trasferimento del plutonio verso il fondo marino (Livingston *et al.* 1976, Higgo *et al.* 1977).

Questo lavoro riporta il contenuto di $^{239,240}\text{Pu}$ e ^{238}Pu in campioni di plancton e di acqua di mare prelevati in alcune zone delle coste italiane. Il confronto con i dati ottenuti da altri autori su campioni prelevati negli Oceani e nei grandi laghi dell'America del Nord permette di trarre alcune interessanti conclusioni.

2. PARTE SPERIMENTALE

2.1. *Prelievo e conservazione dei campioni.*

I campioni di plancton presi in esame provengono dal Mar Tirreno, dal Mar Jonio e dal Mare Adriatico.

- Il campione P.J.1 (Plancton Jonio 1) è stato ottenuto dai prelievi di una sola crociera del dicembre 1975 svolta nella zona di Metaponto tra il Sinni ed il Basento a distanze dalla costa comprese tra 2 e 15 km circa e su fondali tra 80 e 600 m;

- il campione P.A. 1 (Plancton Adriatico 1) è stato ottenuto dai prelievi di 3 crociere svoltesi in gennaio, maggio, settembre 1975 nella zona di Termoli tra il Trigno ed il Fortore a distanza dalla costa compresa tra 2 e 25 km circa e su fondali tra 7 e 87 m;

- il campione P.A. 2 (Plancton Adriatico 2) è stato ottenuto dai prelievi di una sola crociera svolta nella zona di Termoli nel novembre 1975;

- il campione P.T. 1 (Plancton Tirreno 1) è stato ottenuto dai prelievi di 3 crociere svoltesi nell'aprile 1975, in luglio e novembre 1976 nella zona di Follonica tra Piombino e Punta Ala a distanze dalla costa tra 1 e 13 km circa e su fondali tra 10 e 50 m.

I singoli prelievi di plancton sono stati effettuati a varie profondità 5-25-50 e 150 m ove possibile), trainando per circa mezz'ora retini di nylon da 110 mesh (165 μm), a velocità poco superiore a 1 nodo.

Il plancton è stato fissato con formalina al 5% neutralizzata con hexamina.

Per lo studio biologico sono stati presi in considerazione 23 gruppi zoologici, comprendenti anche stadi larvali, che sono i più frequenti nel plancton mediterraneo. Del plancton ottenuto da ogni pescata è stata valutata la biomassa; sono state determinate le frequenze, le percentuali ed il numero di individui per m^3 di acqua filtrata, relativi ai 23 gruppi zoologici presi in esame (Massera Bottazzi *et al.* 1977).

I campioni di plancton sono stati conservati in soluzione di formalina fino al momento dell'analisi radiochimica per un periodo di 3-4 anni.

Numerose aliquote dei campioni a biomassa maggiore sono state riunite per ottenere volumi di plancton (umido) superiori a 1000 cc.

La miscela di plancton ottenuta è stata lavata con acqua distillata per asportare l'acqua di mare di imbibizione ed è stata essiccata a 100 °C. Per uno dei campioni misti ottenuti è stata valutata l'entità del rilascio di plutonio dal plancton alla soluzione preservatrice e all'acqua di lavaggio.

I campioni di acqua di mare di circa 200 l ciascuno (S. W. 1, 2, 3) sono stati prelevati in superficie nel Mar Ligure e nel Mar Jonio; subito dopo il prelievo sono stati acidificati con HCl fino a pH 1.

2.2. Procedimento analitico.

Il metodo utilizzato per l'analisi radiochimica del plutonio nel plancton e nell'acqua di mare è stato descritto in dettaglio in un recente lavoro riguardante la determinazione del plutonio in campioni marini (Delle Site *et al.*, Anal. Chim. Acta, in pubblicazione) e in un secondo che riporta tale determinazione in campioni marini e altri campioni ambientali (Delle Site *et al.*, 1978—Delle Site *et al.*, rapporto CNEN, in stampa). Tale metodo si basa sulle seguenti operazioni:

a) pretrattamento dei campioni che, nel caso del plancton, prevede l'incenerimento in muffola a 500 °C seguito dalla mineralizzazione umida con acido nitrico concentrato e, nel caso dell'acqua di mare, la coprecipitazione del plutonio con idrossido ferroso;

b) purificazione del plutonio da altri alfa emettitori naturali e dalla matrice mediante separazione per cromatografia di estrazione con tri-n-ottilfosfina ossido (TOPO) supportata su un polietilene microporoso (Microthene-710);

c) preparazione della sorgente per elettrodeposizione del plutonio su un dischetto di acciaio inossidabile (diametro: 2 cm) e conteggio della stessa mediante spettrometria alfa a basso fondo (0,0004 cpm \pm 0,0003 (σ)). Come rivelatore di resa è stato utilizzato il ^{242}Pu .

Le rese medie ottenute sono: plancton 69,2 % \pm 21,7 (σ); acqua 62,6 % \pm 9,8 (σ). I valori dei « bianchi » dei reagenti per il $^{239,240}\text{Pu}$ sono: plancton 5,4 fCi/campione \pm 0,8 (σ); acqua di mare 7,1 fCi/200 l \pm 1,5 (σ).

3. RISULTATI E DISCUSSIONE

La Tabella I riporta il contenuto di plutonio nei campioni di plancton prelevati nel Mar Mediterraneo, in quelli prelevati negli Oceani (Pillai *et al.* 1964, Wong *et al.* 1970, Aarkrog 1971) e nei Grandi Laghi dell'America settentrionale (Edgington *et al.*, 1975). I valori si riferiscono al plutonio delle ricadute radioattive che sono della stessa entità in tutta la fascia dell'Emisfero Nord compresa tra il 40° ed il 60° parallelo (Noshkin *et al.*, 1973); solo i valori relativi al lago Erie e al lago Ontario probabilmente si riferiscono anche a plutonio di altra natura, come si può dedurre dal rapporto $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ notevolmente più alto. Il confronto tra le concentrazioni di $^{239,240}\text{Pu}$ in pCi/Kg permette di

TABELLA I.
 $^{239,240}\text{Pu}$ e ^{238}Pu in campioni di plancton.

CAMPIONI	Località di prelievo	Peso campione (g)	Data del prelievo	$^{239,240}\text{Pu}$ (pCi/Kg umido)	$\frac{^{238}\text{Pu}}{^{239,240}\text{Pu}}$ (%)	F.C.	Rif.
<i>Campioni marini</i> (dati di letteratura):							
Plancton misto . . .	Oc. Pacifico (California)	71 u.	Genn. 1950	0,023	—	—	Pillai <i>et al.</i> 1964
Plancton misto . . .	» Atlantico	48 u.	Mar. 1964	1,08	—	1590	»
Plancton misto e Gammarus . . .	» Atlantico (Thule)	—	Genn. 1961	2,03	—	2300	Wong <i>et al.</i> 1970
			Lugl.-Ag. 1968	0,9-35 (M. 4,8)	—	2600	Aarkrog 1971
<i>Campioni lacustri</i> (dati di letteratura):							
Plancton misto . . .	L. Michigan	—	Giu. 1972-Giu. 1974	0,09-11,5	3,5-9,4	122-15,300	Edgington <i>et al.</i> 1975
Zooplancton . . .	» Superiore	—	1973-1975	0,4-3,6	5,1-9,5	1600-5714	»
	» Huron	—	»	2,04	7,7	3238	»
	» Erie	—	»	3,58	7,3	5682	»
	» Ontario	—	»	0,054-0,134	18 (un valore)	216-536	»
				0,51-0,67	20 (un valore)	2040-2680	»
<i>Campioni marini</i> (nostri dati):							
Zooplancton . . .	M. Jonio (PJ 1)	61 s.	Dic. 1975	0,175±0,008 (*)	3,8	(135)	
80% zooplancton	» Adriatico (PA 1)	52,5 s.	Genn.-Mag.-Sett. 1975	0,155±0,005	3,5	(120)	
20% fitoplancton	» Adriatico (PA 2)	42,1 s.	Nov. 1975	0,065±0,003	5,0	(50)	
Zooplancton . . .	» Tirreno (PT 1)	52,2 s.	Ag. 1975 - Lugl.-Nov. 1976	0,320±0,008	8,5	(248)	

LEGENDA: u. = peso del campione umido; s. = peso del campione seccato a 105 °C; M. = valore medio; (*) deviazione standard sul conteggio di un singolo campione; F.C. = fattori di concentrazione.

stabilire che quelle relative ai campioni del Mar Mediterraneo sono vicine ai valori più bassi trovati nei campioni del lago Michigan e dell'Erie (Edgington *et al.*, 1975). Le stesse considerazioni valgono per i valori dei fattori di concentrazione che per i campioni del Mar Mediterraneo sarebbero compresi tra 50 e 250, tenendo conto che il contenuto di plutonio nell'acqua dello stesso mare è dell'ordine di 1,3 fCi/Kg (v. Tabella II) o poco più alto (Murray *et al.*, 1978). I fattori di concentrazione del plancton misto degli Oceani Atlantico e Pacifico sono dell'ordine di 2500 (Pillai *et al.* 1964, Wong *et al.* 1970, Aarkrog 1971), tuttavia non sono riportate le esatte composizioni dei campioni; i fattori di concentrazione del plancton del lago Michigan variano invece da circa 100 a 15.000 con l'aumentare del contenuto di fitoplancton nel campione (Edgington *et al.*, 1975). Ciò farebbe pensare che il valore reale del fattore di concentrazione dello zooplancton, sia marino che di acqua dolce, è di qualche centinaio; valori più esatti potranno essere ottenuti soltanto tenendo conto della composizione biologica dello zooplancton, delle relative caratteristiche alimentari e dello stato chimico-fisico del plutonio, almeno per quanto concerne la sua frazione particellare. Infatti è presumibile che la frazione solubile del plutonio sia poco influente nei riguardi dell'incorporazione dello stesso e, di conseguenza, i relativi fattori di concentrazione andrebbero calcolati su questa base. Altre ricerche sembrano quindi necessarie.

TABELLA II.

 $^{239,240}\text{Pu}$ e ^{238}Pu in acqua di mare.

Località del prelievo	Data	Volume (l)	$^{239,240}\text{Pu}$ (fCi/l $\pm \sigma$)	$\frac{^{238}\text{Pu}}{^{239,240}\text{Pu}}$ (%)
Mar Jonio	1972	210	1,51 \pm 0,09	6,6
Mar Jonio	1978	200	1,32 \pm 0,07	3,0
Mar Tirreno	1978	200	1,05 \pm 0,05	—

Il risultato relativo al campione PA 1, contenente il 20 % di fitoplancton, sembra quindi anomalo; il contenuto di plutonio ed il relativo fattore di concentrazione dovrebbero essere notevolmente maggiori. Tuttavia è possibile fornire una spiegazione di questo fatto, considerando che l'analisi di plutonio nella soluzione di formalina, rimasta a contatto con il campione PA 2 per circa 4 anni, ha fornito in valore di 0,020 pCi \pm 0,002 (σ), pari a circa il 14 % del plutonio totale. Ciò indurrebbe a pensare che il plutonio passato nel liquido sia quello adsorbito esternamente ai microorganismi piuttosto che quello ingerito dagli stessi. Se così fosse, il plutonio adsorbito sul fitoplancton del campione PA 1 potrebbe essere passato quasi quantitativamente nel liquido

e perciò potrebbe non essere stato rivelato; questa supposizione comporterebbe anche che il plutonio adsorbito sulla superficie del fitoplancton sia in realtà la quasi totalità di quello presente in questi microrganismi, visti gli alti fattori di concentrazione che essi mostrano. D'altra parte il fenomeno dell'assorbimento del plutonio da parte di alghe pluricellulari e del fitoplancton è stato trovato piuttosto rilevante e tale da influenzare sostanzialmente la concentrazione di plutonio nell'ambiente marino (Folsom *et al.*, 1975).

BIGLIOGRAFIA

- AARKROG A. (1971) - *Radioecological investigations of plutonium in an Arctic marine environment*. «Health Phys.», 20, 31.
- DELLE SITE A. (1978) - *Comportamento chimico-fisico e biochimico del plutonio nell'ambiente e nei sistemi biologici*. Rapporto CNEN, RT/Prot. (78), 24.
- DELLE SITE A., IANELLI S., MARCHIONNI V. and TRIULZI C. (1978) - *Preliminary results on $^{239,240}\text{Pu}$ and ^{238}Pu in some environmental samples of the Taranto Gulf*. XXVI Congresso CIESM, Novembre.
- DELLE SITE A., MARCHIONNI V. e SANTORI G. - *Un metodo sensibile per la determinazione del plutonio in campioni ambientali*. Rapporto CNEN RT/Prot (in stampa).
- DELLE SITE A., MARCHIONNI V., TESTA C. and TRIULZI C. - *Radiochemical determination of plutonium in marine samples by extraction chromatography* In pubblicazione su «Anal. Chim. Acta».
- EDGINGTON D. N., WAHLGREN M. A. and MARSHALL J. S. (1975) - *The behaviour of plutonium in aquatic ecosystems: a summary of studies in the Great Lakes*. Da: Environmental Toxicity of Aquatic Radionuclides: Models and Mechanisms, editori M. W. Miller e J. N. Stannard. University of Rochester, New York (atti 8th Int. Conf. on Environmental Toxicity, giugno, Rochester).
- FOLSOM T. R. and HODGE V. F. (1975) - *Experiments suggesting some first steps in the dispersal and disposal of plutonium and other alpha emitters in the ocean*. «Marine Science Communications», 1, 213.
- HIGGO J. J. W., CHERRY R. D., HEYRAUD M. and FOWLER S. W. (1977) - *Rapid removal of plutonium from the oceanic surface layer by zooplankton faecal pellets*. «Nature», 266, 623.
- LIVINGSTON H. D., BOWEN V. T. and BURKE J. C. (1976) - *Fallout radionuclides in Mediterranean sediments*. XXV Congresso CIESM, ottobre; Rapporto COO-3563-50.
- MASSERA BOTTAZZI E. and ANDREOLI M. G. (1977) - *Seasonal quantitative observations on the zooplankton in several coastal zones of the Ligurian, Tyrrhenian, Ionian and Adriatic seas*. «Rapp. Comm. Int. Mer. Médit.», 24, 10.
- MURRAY C. N. and FUKAI R. (1978) - *Measurement of $^{239,240}\text{Pu}$ in the northwestern Mediterranean*. «Estuarine and Coastal Marine Sci.», 6, 145.
- NOSHKIN V. E. and BOWEN V. T. (1973) - *Concentrations and distributions of long-lived fallout radionuclides in open ocean sediments*. Radioactive Contamination of the Marine Environment, IAEA-SM-A158/45, Vienna.
- PILLAI K. C., SMITH R. C. and FOLSOM T. R. (1964) - *Plutonium in the marine environment*. «Nature», 203, 568.
- USERDA and IAEA (1975) - *Transuranium nuclides in the environment*. Proceedings of a Symposium, S. Francisco 17-21 November; IAEA, Vienna, 1976.
- WONG K. M., BURKE J. C. and BOWEN V. T. (1970) - *Plutonium concentration in organisms of the Atlantic Ocean*. Rapporto NYO-2174-117.