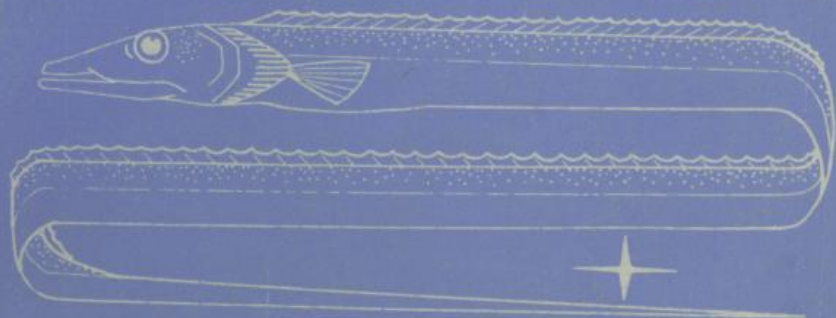


海产食品放射性调查

《海产食品放射性调查》编辑组 编



原子能出版社

海产食品放射性调查

《海产食品放射性调查》编辑组编

原子能出版社

内容简介

本书介绍了主要的海产食品中放射性核素的调查结果。全书共有十四篇文章。其中第一篇介绍了样品的采集和预处理,第二篇介绍了数据处理方法,第三篇至第十三篇分别介绍了海产食品中的 ^3H 、 ^{14}C 、 ^{55}Fe 、 ^{59}Fe 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{90}Sr 、 ^{106}Ru 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 、 ^{226}Ra 、 ^{239}Pu 、铀、钍等核素的分析方法、测量技术及核素分析的结果,第十四篇讨论了调查结果。

本书可供从事环境放射性监测、放射卫生、辐射防护、放射化学分析、海洋放射生态学等专业的工作人员以及大专院校有关专业师生参考。

海产食品放射性调查

《海产食品放射性调查》编辑组编

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售



开本 $787\times 1092\frac{1}{32}$ ·印张 $9\frac{3}{4}$ ·字数214千字

1983年6月第一版·1983年6月第一次印刷

印数1—2000 ·统一书号:15175·471

定价:1.15元

前 言

海产食品是人类蛋白质的重要来源之一。为了了解海产食品的放射性水平，卫生部组织了三十个单位于1976年12月至1979年10月对渤海、黄海、东海和南海中的海产食品进行了放射性调查。于1979年11月对调查研究成果进行了鉴定，获得了卫生部的乙级科学技术奖。参加研究的单位有：青岛市卫生局、中国医学科学院放射医学研究所、青岛市卫生防疫站、中国科学院海洋研究所、国家海洋局第一海洋研究所、上海市卫生防疫站、海南行政区卫生防疫站、旅大市劳动卫生研究所、华北辐射防护研究所、四川大学、复旦大学、广东省测试分析研究所、中国科学院青海盐湖研究所、浙江人民卫生实验院、浙江省卫生防疫站、江苏省卫生防疫站、内蒙古卫生防护所、天津市卫生防疫站、中国科学院原子能研究所、广西壮族自治区卫生防疫站、青岛商品检验局、山东省卫生防疫站、山东省医学科学研究所、福建省职业病防治院、连云港市卫生防疫站、江西省工业卫生研究所、渤海造船厂、青海省医学科学研究所、云南省卫生防疫站、贵州省卫生防疫站等。

本文集介绍了这次调查研究的主要成果，叙述了海产品样品采集和预处理的方法、16种放射性核素的分析方法，报道了16种放射性核素的分析结果，对数据处理和调查结果进行了讨论。这些内容对食品放射卫生、环境放射性监测、海洋环境保护、海洋放射生态学等方面的工作具有一定的参考价值。

《海产食品放射性调查》编辑组成员有：中国医学科学院放射医学研究所刘国范（主编），青岛市卫生防疫站宋方考，江苏省卫生防疫站石玉成，国家海洋局第一海洋研究所柳宪民。原子能出版社张恩海是责任编辑。本文集经李德平、张景源审阅。

由于我们水平有限，书中难免有缺点错误，恳请读者批评指正。

编者 1981年3月

目 录

海产食品的采集和预处理.....	(1)
放射性测量和数据处理.....	(17)
^3H 的分析 (I)	(59)
^3H 的分析 (II)	(75)
^{14}C 的分析	(83)
^{55}Fe 、 ^{59}Fe 、 ^{60}Co 、 ^{66}Zn 的分析.....	(98)
^{106}Ru 的分析.....	(158)
^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 的分析.....	(171)
银片自沉积法分析 ^{210}Po 和 ^{210}Pb	(219)
镍片自沉积法分析 ^{210}Pb	(226)
铀、钍和 ^{226}Ra 的分析.....	(231)
离子交换法分析 ^{239}Pu (I).....	(254)
萃取色层法分析 ^{239}Pu (II).....	(267)
海产食品放射性分析结果和分析方法的讨论.....	(275)

海产食品的采集和预处理

海产食品样品的采集和预处理是海产食品放射性调查工作的一个重要环节。它与放化分析和物理测量技术一样，对于取得可靠的分析数据具有同等的重要性。

在样品的采集和预处理过程中，必须注意到：采集的样品应具有代表性；样品保存和预处理应仔细、谨慎，避免待测放射性核素损失和防止样品被污染。

一、海产食品样品的采集

这次海产食品放射性调查的样品，采自渤海、黄海、东海和南海。所采样品均为产量高，食用量大的经济海产品。这些样品属于鱼类、甲壳类、藻类和软体动物类（包括双壳类和头足类），样品数量有几十种。除此之外，采集了4个海产品鲜样供 ^3H 分析之用〔见 ^3H 的分析（II）〕。

样品的采集情况见表1。

原样都是在1977—1978年的渔汛或收获季节采集的鲜样，已剔除过的小单体。样品单体的大小（长度和重量）基本符合一般食用的要求。对样品单体大的海产品，如灰星鲨，原样的单体数量都在5尾以上。

大部分样品是一次采集的。少数样品是多次采集的，个别的样品多达四次。多次采集的样品，采样日期的计算方法是：干样和灰样的原样是分别采集的，采样日期是这样计算的：若几次采集的样品混在一起，而各次的采集量差不多相

表1 样品的采集

样品 编号	样 品 名 称		采 样 日 期	采 样 地 点	样 品 单 体 大 小		
	学 名	俗 名			最 大	最 小	平 均
11—14	中国对虾	对虾	1977年10月	渤海	17厘米	13厘米	
15—18	大连湾牡蛎	牡蛎	1977年11月	渤海	18厘米	5厘米	
19—22	海带		1977年 8 月17日	渤海	120厘米	90厘米	
23—26	蓝点鲰	鲰鱼, 马鲛鱼	1977年 8 月	渤海	52厘米	45厘米	
27—30	杂色蛤仔	蛤蜊	1977年11月	渤海	5厘米	3厘米	
31—34	日本枪乌贼	鱿鱼	1977年12月	渤海	10厘米	7厘米	
35—38	毛蚶	毛蛤蜊	1977年10月	渤海	5厘米	3厘米	
39—42	牙鲆	偏口鱼	1977年10月	渤海	60厘米	40厘米	53厘米 1.15公斤
43—46	裙带菜		1977年 4 月	黄海	150厘米	50厘米	100厘米

47—50	乌贼	墨鱼, 乌鱼	<i>Sepiella maindroni de Rochebrune</i>	1977年10月	黄海	30厘米 500克	15厘米 200克	25厘米 350克
51—54	紫贻贝	淡菜, 海红	<i>Mytilus edulis (Linnaeus)</i>	1977年8月	黄海			
55—58	杂色蛤蜊	蛤蜊	<i>Venerupis philippinarum</i>	1978年4—5月	黄海			
59—62	中国对虾	对虾	<i>Metapenaeus peneaus</i>	1977年10月	黄海(北)			29克 大小均匀
63—66	鹰爪虾	蛎虾	<i>Trachypenaeus curvirostris (Stimpson)</i>	1977年4月 (灰样) 1978年5月 (干样)	黄海	6厘米	2厘米	4厘米
67—70	牙鲆	偏口, 比目鱼	<i>Paralichthys olivaceus (Temminck et Schlegel)</i>	1977年4月	黄海	81厘米 5公斤	33厘米 (0.5公斤)	59厘米 (2.75公斤)
71—74	大黄花鱼	大黄花鱼	<i>Pseudosciaena crocea (Rich.)</i>	1978年4月	黄海	50厘米	25厘米	40厘米
75—78	短蛸	章鱼, 坐蛸	<i>Octopus ocellatus (Gray)</i>	1978年6月	黄海	33厘米	20厘米	
79—82	日本枪乌贼	鱿鱼, 墨鱼仔	<i>Loligo japonica (Steenstrup)</i>	1977年11—12月	黄海	12厘米 (60克)	5厘米 (15克)	7厘米 (25克)
83—86	海带		<i>Laminaria japonica (Aresch)</i>	1977年5月3日 1977年6月7日 (灰样) 1978年5月8日 (干样)	黄海			

(续)

样品 编号	样 品 名 称		采 样 日 期	采 样 地 点	样 品 单 体 大 小		
	学 名	俗 名			最 大	最 小	平 均
87—90	白带鱼	带鱼, 刀鱼	1977年6月7日 (灰样) 1977年9月27日 (干样)	黄海	78厘米 (0.5公斤)	55厘米 (0.165公斤)	0.332公斤
91—94	蓝点鲛	鲛鱼, 马鲛鱼	1977年5月7日 (灰样) 1978年5月6日 1977年9月29日 (干样)	黄海	59厘米 (1.32公斤)	38厘米 (0.42公斤)	0.87公斤
95—98	中国对虾	对虾	1977年5月13日 1977年11月25日 (灰样) 1978年5月8日 (干样)	黄海 (南)	26厘米 (140克)	23厘米 (80克)	110克
99—102	乌贼	墨鱼, 乌鱼	1977年9月	东海			100克
103—106	鲷鱼	力鱼, 相鱼	1977年9月	东海 (南)			330克
107—110	大黄鱼	大黄花鱼	1977年9月	东海	25厘米	15厘米	20厘米

111—114	肠浒苔	苔菜, 台条菜	<i>Enteromorpha intestinalis</i> (Lf) Link	1978年1月	东海		
115—118	银锯鱼	锯鱼, 锯扁鱼	<i>Stromateoides argenteas</i> (Euphrasen)	1977年	东海	25厘米	15厘米
119—122	半滑舌鳎	舌头鱼	<i>Cynoglossus semilaevis</i> (Günther)	1977年9月	东海	25厘米	15厘米
123—126	坛紫菜	紫菜	<i>Porphyra haitanensis</i>	1977年11月27日	东海	30厘米	10厘米
127—130	杂色蛤仔	蛤蜊	<i>Venerupis philippinarum</i>	1977年8月29日	东海	3.3厘米 (4.5克)	2.6厘米 (2.5克)
131—134	蛭蛭	蛭子	<i>Sinonovacula constricta</i> (Lamack)	1977年8月15日	东海	6厘米 (10.5克)	5厘米 (6.5克)
135—139	海带		<i>Laminaria japonica</i> (Aresch)	1978年5月3日	东海	200厘米 (400克)	100厘米 (200克)
139—142	红笛鲷	红鱼	<i>Lutianus sanguineus</i> (C. & V.)	1978年1月12日	南海	60厘米 (5公斤)	32厘米 (0.8公斤)
143—146	麒麟菜	琼枝	<i>Eucheuma murioatum</i> (Gmel.) Web. V. Bos.	1977年9月15日	南海	19厘米 (115克)	10厘米 (40克)
147—150	灰星鲨	灰鲨, 鲨鱼	<i>Mustelus griseus</i> (Pieteschmann)	1977年10月15日	南海	110厘米 (15.95公斤)	85厘米 (6.15公斤)
151—154	白带鱼	带鱼, 刀鱼	<i>Trichiurus haumela</i> (Forsskal)	1978年4月	南海	90厘米 (700克)	50厘米 (120克)

(续)

样品 编号	样 品 名 称			采样 日期	采样 地点	样 品 单 体 大 小		
	学 名	俗 名	拉 丁 文 名			最 大	最 小	平 均
159—162	白带鱼	带鱼, 刀鱼	<i>Trichiurus haumela</i> (Forskål)	1977年10月16日	东海	90厘米	75厘米	80厘米 (占90%)
163—166	绿鳍马面鲀	马面鱼, 橡皮 鱼	<i>Cantherines modestus</i> (Gthr.)	1978年1月26日	东海	22厘米	17厘米	22厘米 (占70%)
167—170	蓝点鲛	鲛鱼, 马鲛鱼	<i>Scomberomorus nip- honius</i> (C. & V.)	1978年10月18日	东海	70厘米	40厘米	55厘米 (占55%)
171—174	鰺鱼	力鱼, 相鱼	<i>Ilisha elongata</i> (Bennett)	1978年10月18日	东海 (北)	30厘米	20厘米	
175—178	毛虾			1977年10月26日	渤海			3—5厘米
179—182	中国毛虾和 日本毛虾	虾皮	<i>Acetes chinensis</i> and <i>Acetes japonicus</i>	1978年10月	黄海			
183—186	日本枪乌贼鱿鱼, 墨鱼仔		<i>Loligo japonica</i> (Steenstrup)	1977年11—12月	黄海	12厘米 (60克)	5厘米 (15克)	25克

等，采样的日期按它们的平均日期计算；若某次的采集量占绝大部分，采样日期按该次的采样日期计算。有些样品只记录采样年、月份，那么就按该月的15日计算。有的样品采集日期跨月份，如79—82号样品，采集日期是1977年11—12月，采样日期就定为1977年11月30日。

样品都是由参加本调查的采样单位提供的，分别从该海区内任选的海产品产地或最初集中地采集的。表1中注明样品采集海区，即指海产品是在该海区内某地采集到的。

由于这次放射性调查中所采集的样品大多数是产量高，分布范围广的海产品，而且品种也较齐全，所以对这些样品中各核素分析测定的结果，将能反映出经济海产食品的放射性水平。

二、海产食品样品的预处理

海产食品样品预处理包括：取样、干燥（或炭化）和灰化等处理过程。现分述如下。

（一）（取样）

考虑到放射性对人体的直接影响，只取海产品的可食部分作为调查的对象。

对于海产品原样，因取其器官、组织的不一致会使分析结果产生很大的差异。因此，有必要对“可食部分”作出统一的规定。规定取可食部分的原则是：符合大部分人的食用习惯；取样处理方便；同类海产品取的可食部分基本上相同。按照这个原则，有些可食脏器如鱼肝、鱼籽，便作为不可食部分予以弃去。

各类样品取可食部分和弃去不可食部分的具体规定如下。

(1) 鱼类 去除鱼鳞，摘除全部内脏（灰星鲨和绿鳍马面鲀要去皮）。用水洗净、刀片剔取两侧厚肉，尽量剔去细刺（鳎鱼可保留肉内细刺），必要时用水洗干净，晾至表面无水珠或用纱布擦至表面无水珠。称量鱼肉为鲜样重。

(2) 虾 用水冲洗干净。对虾、鹰爪虾原样生剥去虾头、甲壳，取虾肉（对虾须摘除脊背上的肠腺）为可食部分，称重为鲜样重。毛虾原样拣出杂草、沙石、小鱼等异物，晾至表面水刚除尽，以整虾为可食部分，称重为鲜样重。

(3) 双壳类 去除空壳、破碎死去的个体和异物，用水洗净壳上附着的泥沙。再按种类不同而作不同的处理。

毛蚶和紫贻贝 直接放入锅内汽蒸，至双壳刚好张开，取肉（紫贻贝需摘出足丝）为可食部分，称重为鲜样重。

杂色蛤仔和缢蛏 用海水或3%盐水喂养过夜，使其吐出体内泥沙等物。再次用水冲洗干净，纱布擦去贝壳表面水珠，称重（ G ）；然后放入锅内汽蒸片刻，至双壳刚好张开，取出剥肉。取出锅内上层液汁转到烧杯中，加热蒸发至近干后与贝肉合并。锅底沉渣去除水分后与贝壳合并，称重（ M ）。可食部分鲜样重为（ $G - M$ ）。

牡蛎 在产地直接剔取肉，去除混入的碎壳片和异物后，称重为鲜样重。若为带全壳的牡蛎（牡蛎头），可不经喂养，依照杂色蛤仔的处理办法求取鲜样重。

(4) 头足类 用水冲洗干净，注意洗净头足吸盘内吸着的泥沙，去除内脏、背部软骨、牙齿和眼。用水冲洗干净，用纱布擦去表面水或将表面水晾干，称重为鲜样重。

(5) 藻类 用水冲洗去掉表面的泥沙和异物, 纱布擦去表面水或将表面水晾干, 称重为鲜样重。

(二) 样品的烘干和灰化

每个样品取可食部分鲜样60公斤, 根据各核素放化分析的要求, 分别作如下不同的处理。

1. 供 ^{14}C 、 ^3H 、 ^{210}Po 、 ^{210}Pb 分析用的样品

各种样品取可食部分的鲜样 20 公斤, 直接放入干燥箱内, 于 $105-110^\circ\text{C}$ 下烘干。由于采样单位与分析实验室相隔两地, 鲜样的保存和邮寄存在困难, 因此, ^3H 、 ^{14}C 等核素的分析测定采用干样。

2. 供 ^{137}Cs (或 ^{90}Sr 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 联合分析)、 ^{239}Pu 分析用的样品

取各种样品可食部分鲜样 4 公斤、烘干、炭化 (注意勿使产生明火)、在 $\leq 450^\circ\text{C}$ 下灰化 (先在 $200-250^\circ\text{C}$ 灰化数小时后, 逐渐升温至 450°C) 至灰样呈灰白色或白色。研细过筛 (50—100 目), 在 $105-110^\circ\text{C}$ 下干燥后, 称重, 灰样装入磨口瓶中放置在干燥器内保存备用。

3. 供 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{56}Fe 、 ^{59}Fe 、 ^{106}Ru 、铀、钍、镭分析用的样品

取各种样品可食部分鲜样36公斤, 放入干燥箱内烘干、炭化 (注意勿使产生明火), $\leq 550^\circ\text{C}$ 下灰化 (注意逐渐升温, 切勿升温过急) 至灰样呈白灰色或白色, 灰样研细过筛 (50—100 目)。在 $105-110^\circ\text{C}$ 下干燥后, 称重, 装入磨口瓶中, 置于干燥器内保存备用。

样品干鲜比 (公斤干样/公斤鲜样) 和灰鲜比 (克灰/公斤鲜样) 用两种方法求得: 全部干样或灰样与全部鲜样相

表 2 样品的烘干、炭化和灰化

样品编号	样品名称	烘 干			灰 化		处 理 说 明
		温 度 (°C)	时 间	干鲜比 (公斤干样/ 公斤鲜样)	温 度 (°C)	时 间	
11—14	中国对虾	100—110		0.175	400—450 500—550	至灰化完全	钢盘置 煤气灶 上炭化
15—18	大连湾牡蛎	100—110	4—5 天	0.185	400—450 500—550	至灰化完全	钢盘置 煤气灶 上炭化
19—22	海带	105	2 天	0.123	400—450 500	至灰化完全	钢盘置 煤气灶 上炭化
23—26	蓝点鲰				400—450 550	至灰化完全	钢盘置 煤气灶 上炭化
27—30	杂色蛤仔	100—110	4 天	0.138	400—450 500	至灰化完全	钢盘置 煤气灶 上炭化
31—34	日本枪乌贼	100—110		0.128	400—450 500	至灰化完全	钢盘置 煤气灶 上炭化
35—38	毛蚶	110			550		
39—42	牙鲆	110		0.198	550		

切破牡蛎，除去蛎皮带
体液称重为样品鲜重。

鱼油较多，加热渗出的
油和肉分开炭化，灰分
合并。

43—46	裙带菜	晒干		0.064	450	30小时	15.4	电炉炭化
47—50	乌贼	110		0.13	450	60小时	11	电炉炭化
51—54	紫贻贝	110		0.21	450	30—40小时	20	电炉炭化
55—58	杂色蛤仔	110		0.18	450	30小时	26	电炉炭化
59—62	中国对虾	110		0.14	450	16—24小时	7.3	电炉炭化
63—66	鹰爪虾	110		0.061	450	30小时	12	电炉炭化
67—70	牙鲆	110		0.25	450	30小时	11.2	电炉炭化
71—74	大黄鱼	110		0.20	450		11	电炉炭化 去除内脏,洗净,蒸熟 后去除骨、刺。
75—78	短蛸			—	450		5.5	电炉炭化
79—82	日本枪乌贼			—	450		14.3	未去除眼。