

## 风险监测

## 2010—2017年南通市海产品放射性水平监测结果分析

何智敏, 顾俊, 张卫兵

(南通市疾病预防控制中心, 江苏 南通 226000)

**摘要:**目的 评价日本福岛核电站事故对南通市海产品放射性水平的影响程度。方法 2010—2017年每年分季度(除封海季节外)分类别采集贝类、鱼类、虾类、蟹类等海产品,送实验室检测总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性水平。2017年鲳鱼和文蛤送江苏省疾病预防控制中心进行放射性核素检测。结果 文蛤、金钩虾、梭子蟹、小黄鱼总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性水平各年份间均无回归关系( $P > 0.05$ ); 鲳鱼总 $\alpha$ 放射性水平各年份间无回归关系( $F_{(1,25)} = 0.126, P > 0.05$ ), 总 $\beta$ 放射性水平各年份间有回归关系( $F_{(1,27)} = 4.65, P < 0.05$ )。2017年文蛤和鲳鱼天然核素铀-238、钍-232、镭-226、钾-40等均在底水平,碘-131、铯-134、铯-137等3种人工核素水平小于检测限。结论 截止到2017年,日本福岛核电站事故暂时未影响到南通市沿海海域海产品,仍需继续监测,以掌握南通市沿海海域海产品放射性水平动态变化趋势。

**关键词:**海产品; 总 $\alpha$ 放射性; 总 $\beta$ 放射性; 食品; 放射污染; 南通

中图分类号: R155 文献标志码: A 文章编号: 1004-8456(2018)05-0522-04

DOI: 10.13590/j.cjfh.2018.05.016

## Analysis on monitoring results of radioactive level of seafood in Nantong during 2010-2017

HE Zhimin, GU Jun, ZHANG Weibing

(Center for Disease Control and Prevention in Nantong City, Jiangsu Nantong 226000, China)

**Abstract: Objective** To assess the impact of Fukushima nuclear power plant accident on the level of radioactive level of the seafood in Nantong. **Methods** Samples of shellfish, fish, shrimps and crabs were collected quarterly (except fish moratorium), and total alpha and beta ray levels were tested. The pomfret and clams were sent to Jiangsu provincial disease prevention and control center for radionuclide detection in 2017. **Results** The total alpha and total beta ray levels of clams, golden hooked shrimps, pike crabs, and yellow fish were not correlated between each year ( $P > 0.05$ ), There was no regression relationship between years of total alpha radioactivity level ( $F_{(1,25)} = 0.126, P > 0.05$ ), while the total beta ray was the opposite ( $F_{(1,27)} = 4.65, P < 0.05$ ). The natural nuclides  $^{238}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  and  $^{40}\text{K}$  in clams and pomfret were at background level, and the level of artificial nuclide of  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  were less than the detection limit. **Conclusion** Japan's Fukushima nuclear accident had not affected seawater products in the region for the time being. It was still necessary to continue monitoring the dynamic trends of the radioactivity level of marine products in the sea.

**Key words:** Seafood; total alpha radioactivity; total beta radioactivity; food; radiation pollution; Nantong

2011年3月日本福岛核电站事故是全人类的一次核灾难,也再次告诫人类核设施存在发生事故的风险<sup>[1-2]</sup>,4月4日日本震后首次从鱼类体内检出放射物质超标,南通沿海与日本毗邻,同年4月8日,毗邻日本的江苏省在蔬菜中检测出铯-137。2015年5月美国食品药品监督管理局发布了第99-33关于日本产品进口警示<sup>[3]</sup>,涉及的食品有鱼类、

金星蛤、海胆类等。为了解南通市海产品放射性水平及其变化趋势,防止海产品放射性污染,保护公众健康,于2010—2017年分季度分类别采集贝类、鱼类、虾类、蟹类等海产品样品,检测总 $\alpha$ 、 $\beta$ 放射性水平。

## 1 材料与方法

## 1.1 材料

## 1.1.1 样品采集

根据沿海滩涂状况,于长江入海口的启东市寅阳至海安县老坝港之间,布设取样站点,2010—2017年每年分季度(除封海季节外)分类别采集贝类、鱼类、虾类、蟹类等海产品,送实验室检测总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放

收稿日期:2018-07-26

基金项目:南通市科技局课题(qyz15081)

作者简介:何智敏 女 副主任医师 研究方向为公共卫生

E-mail: hzmntcdc@126.com

通信作者:顾俊 男 主任技师 研究方向为理化检验

E-mail: gujun502@163.com

放射性水平,2017年采集鲳鱼和文蛤进行放射性核素检测。

### 1.1.2 主要仪器与试剂

BH1216Ⅲ型二路低本底 $\alpha$ 、 $\beta$ 测量仪(中核北京核仪器厂),控温电热板(北京莱伯泰科仪器有限公司),高温炉(能在350~450℃控温加热),BE3830低本底 $\gamma$ 谱仪(美国CANBERRA),分析天平(感量0.1 mg),红外线干燥灯(250 W),不锈钢测量盘(厚度大于250 mg/cm<sup>2</sup>,带有边沿,载样面积16 cm<sup>2</sup>),烘箱。

镭-241  $\alpha$ 标准源粉末(1503A-6,比活度为10.3 Bq/g)、钾-40  $\beta$ 标准源粉末(1503K-6,比活度为14.5 Bq/g)均由国防科技工业电离辐射一级计量站提供,硝酸、硫酸均为优级纯,有机溶剂(无水乙醇和丙酮按1:1体积混合,分析纯),碳酸钙(基准试剂),试验用纯水为去离子水。

## 1.2 方法

### 1.2.1 样品预处理和测量方法

海产品的预处理按GB 14883.1—2016《食品安全国家标准 食品中放射性物质检验 总则》<sup>[4]</sup>进行,按GB/T 5750.13—2006《生活饮用水标准检验方法放射性指标》<sup>[5]</sup>进行制样检测海产品中总 $\alpha$ 、 $\beta$ 放射性水平。放射性核素活度浓度的检测及计算依据GB/T 11713—2015《高纯锗 $\gamma$ 能谱分析通用方法》<sup>[6]</sup>进行。

### 1.2.2 计算方法

海产品中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性活度及标准偏差按下式计算<sup>[7]</sup>。

总 $\alpha$ 放射性:

$$c(\alpha) = \frac{R_b - R_0}{\varepsilon_s(\alpha)} \times \frac{m}{m_b \times w \times Y} \times A$$

$$Sc = \frac{m}{\varepsilon_s(\alpha) \times m_b \times w \times Y} \times \sqrt{\frac{R_b}{t_b} + \frac{R_0}{t_0}}$$

$$C_{\min} = K \times \frac{10^6}{\varepsilon_s(\alpha) \times m_b \times w \times Y} \times \sqrt{\frac{R_b}{t_b} + \frac{R_0}{t_0}}$$

总 $\beta$ 放射性:

$$c(\beta) = \frac{R_b - R_0}{\varepsilon_s(\beta)} \times \frac{m}{m_b \times w \times Y} \times A$$

$$Sc = \frac{m}{\varepsilon_s(\beta) \times m_b \times w \times Y} \times \sqrt{\frac{R_b}{t_b} + \frac{R_0}{t_0}}$$

$$C_{\min} = K \times \frac{10^6}{\varepsilon_s(\beta) \times m_b \times w \times Y} \times \sqrt{\frac{R_b}{t_b} + \frac{R_0}{t_0}}$$

式中: $c(\alpha)$ 、 $c(\beta)$ 分别为海产品中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性活度,Bq/kg; $Sc$ 为由统计计数误差引起的放射性活度测量结果的标准偏差,Bq/kg; $C_{\min}$ 为总 $\alpha$ 、总

$\beta$ 放射性活度探测限,Bq/kg; $R_b$ 为测量的样品中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 计数率,计数/秒; $R_0$ 为仪器的 $\alpha$ 、 $\beta$ 本底计数率,计数/秒; $t_b$ 、 $t_0$ 分别为海产品和本底测量的总时间,s; $\varepsilon_s(\alpha)$ 、 $\varepsilon_s(\beta)$ 分别为 $\alpha$ 、 $\beta$ 标准源效率,%; $w$ 为海产品鲜样质量,kg; $m$ 为海产品总灰量,mg; $m_b$ 为装入样品盘中灰量,mg; $Y$ 为回收率; $A$ 为修正系数,在默认情况下, $A = 1$ ; $K$ 为置信系数,当置信度为95%时取2。

### 1.2.3 质量控制

使用的仪器均经计量部门检定合格,并在检定有效期内使用。每年参加中国疾病预防控制中心辐射防护与核安全医学所组织的水中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性比对考核,结果均合格,其中2016年比对结果为优秀。

## 1.3 统计学分析

采用SPSS 22.0软件进行数据处理和计算,采用单因素线性回归分析数据。

## 2 结果

### 2.1 海产品总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性水平

2010—2017年海产品总 $\alpha$ 放射性均值最低为鲳鱼[1.65 Bq/kg(鲜重)],最高为文蛤[9.25 Bq/kg(鲜重)];总 $\beta$ 放射性均值最低为金钩虾[63.7 Bq/kg(鲜重)],最高为梭子蟹[93.3 Bq/kg(鲜重)]。详见表1。

表1 2010—2017年海产品放射性水平( $\bar{x} \pm s$ )

Table 1 Radioactive level of seafood from 2010 to 2017

品种	样品份数	总 $\alpha$ 放射性 /[Bq/kg(鲜重)]		总 $\beta$ 放射性 /[Bq/kg(鲜重)]	
		范围值	均值	范围值	均值
文蛤	28	6.05~20.4	9.25±2.74	12.4~102	75.1±15.7
金钩虾	29	0.78~10.6	2.45±1.87	53.1~91.4	63.7±9.12
梭子蟹	27	2.03~6.48	4.09±1.14	70.4~114	93.3±11.2
小黄鱼	29	0.47~11.9	2.74±2.70	29.8~115	64.1±20.6
鲳鱼	27	0.18~5.55	1.65±1.65	35.2~138	72.2±30.9

单因素线性回归分析显示:文蛤、金钩虾、梭子蟹、小黄鱼、鲳鱼总 $\alpha$ 放射性水平各个年份间均无回归关系( $F_{(1,26)} = 0.0170$ ,  $P > 0.05$ ,  $F_{(1,27)} = 0.620$ ,  $P > 0.05$ ,  $F_{(1,25)} = 0.000$ ,  $P > 0.05$ ,  $F_{(1,27)} = 0.910$ ,  $P > 0.05$ ,  $F_{(1,25)} = 0.126$ ,  $P > 0.05$ )。详见图1。

单因素线性回归分析显示:文蛤、金钩虾、梭子蟹、小黄鱼总 $\beta$ 放射性水平各个年份间均无回归关系( $F_{(1,26)} = 2.59$ ,  $P > 0.05$ ;  $F_{(1,27)} = 1.67$ ,  $P > 0.05$ ;  $F_{(1,25)} = 0.0560$ ,  $P > 0.05$ ;  $F_{(1,27)} = 2.21$ ,  $P > 0.05$ ), 鲳鱼总 $\beta$ 放射性水平各年份间有回归关系( $F_{(1,27)} = 4.65$ ,  $P < 0.05$ )。详见图2。

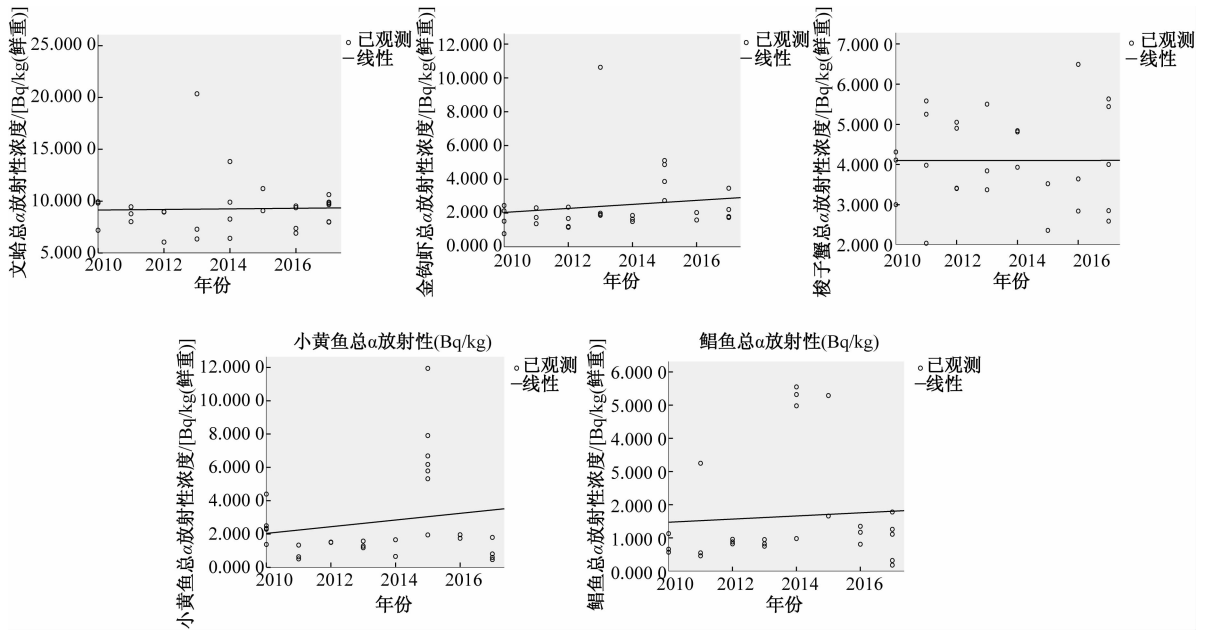
图1 文蛤、金钩虾、梭子蟹、小黄鱼、鲷鱼总 $\alpha$ 放射性水平年度回归关系图

Figure 1 Annual regression of total alpha radioactivity levels of clam, shrimp, portunid, little yellow croaker and pomfret

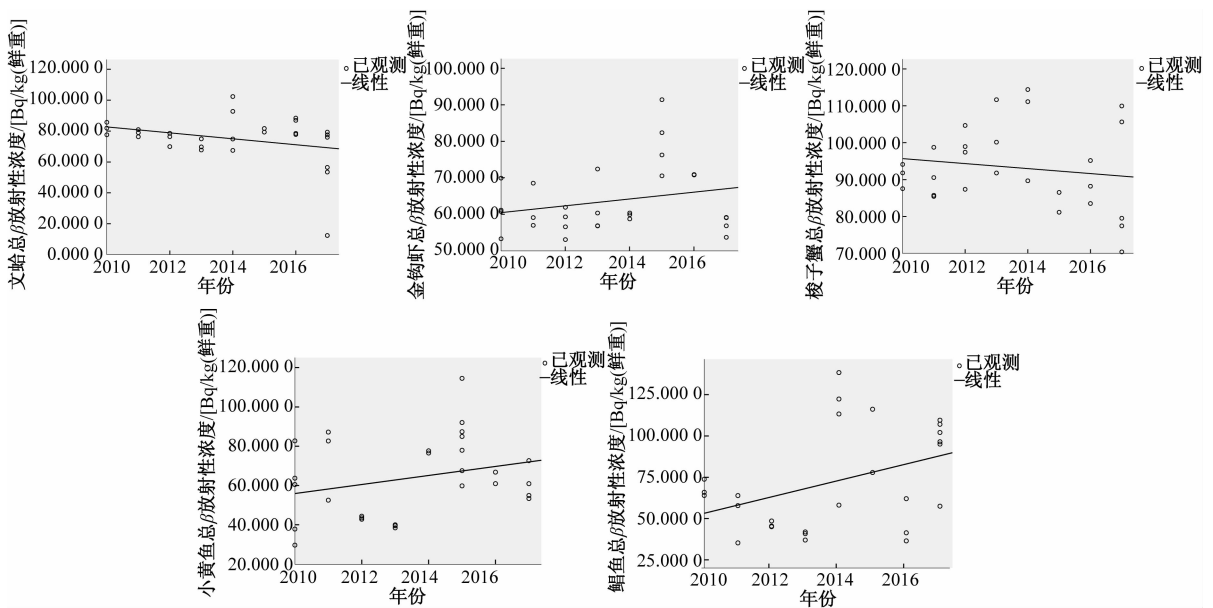
图2 文蛤、金钩虾、梭子蟹、小黄鱼、鲷鱼总 $\beta$ 放射性水平年度回归关系图

Figure 2 Annual regression of total beta radioactivity levels of clam, shrimp, portunid, little yellow croaker and pomfret

## 2.2 文蛤、鲷鱼放射性核素水平

本课题组对2017年总 $\alpha$ 放射性常年超过5 Bq/kg(鲜重)的文蛤样品、总 $\beta$ 偶尔超过100 Bq/kg(鲜重)的鲷鱼样品送至江苏省疾病预防控制中心进行核素分析,结果显示,其总放射性基本来源于天然核素铀-238、钍-232、镭-226、钾-40等,天然核素均在本底水平,碘-131、铯-134、铯-137等3种人工核素水平小于检测限,均低于操作干预水平6(OIL6)预置值<sup>[8]</sup>。

## 3 讨论

日本福岛核电站事故已发生多年,但后遗症并

未彻底清除,大量含放射性物质的水排入大海,铯-137是事故排放的主要放射性物质之一,可能对海洋鱼类和生态系统造成影响,而南通市与日本隔海相望,人们对南通市沿海海产品是否受到影响感到担心。日本原子能研究开发机构研究员中野政尚就对放射性铯在海洋中的扩散情形进行过计算机模拟,结果认为放射性铯顺着洋流将在5年后到达北美,10年后有些又会回到亚洲东部,30年后几乎扩散到整个太平洋<sup>[9]</sup>。根据监测结果显示:2010—2017年南通市文蛤、金钩虾、梭子蟹、小黄鱼总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性水平及鲷鱼总 $\alpha$ 放射性水平各个年份间无回归关系,说明日本福岛核事故对海洋环境的污染暂时未明

显影响到南通市上述海产品,与洋流模型一致。

总放射性的测量方法简单快速,是放射性监测的首选之一<sup>[10]</sup>。目前我国的饮用水水质标准和饮用天然矿泉水水质标准也将总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性作为筛选指标,如高于控制水平,提示该样品的放射性可能超标,需考虑进一步作核素分析<sup>[11]</sup>,但食品中总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性标准尚未制定,根据原国家卫生和计划生育委员会2016年发布的GBZ/T 271—2016《核或辐射应急准备与响应通用准则》<sup>[8]</sup>中食物放射性核素活度浓度的评价程序,食物、奶和水中放射性污染首先通过总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性浓度来筛查,超出OIL5(即食品中总 $\beta$ 放射性为高于100 Bq/kg或食品总 $\alpha$ 放射性高于5 Bq/kg)时需要确定放射性核素活度浓度以便进行评价,2017年本课题组对文蛤和鲳鱼进行核素分析发现人工核素水平低于检出限,均低于OIL6预置值,而鲳鱼总 $\beta$ 放射性值有回归关系,可能与正常本底波动有关,说明该海产品可以正常食用。

尽管2010—2017年南通市海产品放射性水平各年监测结果没有很明显的变化,表明日本福岛核电站事故暂时未影响南通市海产品,但日本福岛核事故所造成的大量放射性物质已进入北太平洋,海洋放射性本底的改变不容忽视<sup>[12]</sup>,为此监测工作仍然是个长期的过程,应继续积累更多的监测数据,建立基线数据库,逐渐形成南通市沿海海产品总放射性水平污染动态监测及预警机制。

## 参考文献

[1] BUESSELER K, AOYAMA M, FUKASAWA M. Impacts of the

Fukushima nuclear power plants on marine radioactivity [J]. Environ Sci Technol, 2011, 45(9): 931-935.

[2] LOZANO R L, HERNANDEZ-CEBALLOS M A, ADAME J A, et al. Radioactive impact of Fukushima accident on the Iberian Peninsula: evolution and plume previous pathway [J]. Environment International, 2011, 37(7): 1259-1264.

[3] FDA. Import alert 99-33 [A/OL]. (2015-05-20) [2018-05-05]. [http://www.accessdata.fda.gov/cms\\_ia/importalert\\_621.html](http://www.accessdata.fda.gov/cms_ia/importalert_621.html).

[4] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 食品安全国家标准 食品中放射性物质检验 总则:GB 14883.1—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.

[5] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. 生活饮用水标准检验方法 放射性指标:GB/T 5750.13—2006 [S]. 北京:中国标准出版社,2006.

[6] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会. 高纯锗 $\gamma$ 能谱分析通用方法:GB/T 11713—2015 [S]. 北京:中国标准出版社,2015.

[7] 顾俊,何智敏,叶青华,等. 比较测量法同时测定食品中总 $\alpha$ 总 $\beta$ 放射性[J]. 中国食品卫生杂志,2018,30(1):46-49.

[8] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 核或辐射应急准备与相应通用准则:GBZ/T 271—2016 [S]. 北京:中国标准出版社,2016.

[9] 新华网. 日本福岛核污染已跨越太平洋抵达北美[N/OL]. (2016-05-24) [2018-05-05]. [http://www.xinhuanet.com/world/2016-05/24/c\\_11118922262.htm](http://www.xinhuanet.com/world/2016-05/24/c_11118922262.htm).

[10] 陈群,杨小勇,马加一,等. 2008—2012年田湾核电站周围环境样品中总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 放射性水平[J]. 江苏预防医学,2014,25(4):5-7.

[11] 林炳兴,闫世平,林立雄. 食品中总 $\alpha$ 和总 $\beta$ 放射性控制水平研究[J]. 辐射防护,2009,29(4):261-265.

[12] 刘弓治,倪士英,黄仁杰,等. 近海海域环境放射性水平调查与监测探析[J]. 环境影响评价,2017,39(1):32-34.

## · 资讯 ·

# 加拿大确定部分蔬菜中嘧霉胺和阿维菌素的最大残留限量

2018年8月20日,加拿大卫生部发布G/SPS/N/CAN/1167/Add.1通报,确定部分食品中嘧霉胺(pyrimethanil)在部分蔬菜中的最大残留限量。2018年8月21日,加拿大卫生部发布G/SPS/N/CAN/1168/Add.1通报,确定部分食品中阿维菌素(abamectin)在部分蔬菜中的最大残留限量。生效日期均为2018年8月16日。具体限量如下:

农药名称	涉及商品	MRL/(mg/kg)
嘧霉胺(pyrimethanil)	西红柿(作物亚组8-09A)	0.5
	洋葱(作物亚组3-07A)	0.2
阿维菌素(abamectin)	绿叶类蔬菜(作物亚组4-13A),叶柄类蔬菜(作物亚组22B)	0.1
	果类蔬菜(作物组8-09)	0.02

(来源食品伙伴网,相关链接:<http://news.foodmate.net/2018/08/481424.html>)

关键词:加拿大;嘧霉胺;阿维菌素;蔬菜;最大残留限量