

안심하고 생선을 먹기 위해



알아두면 좋은

방사성물질 검사 이야기



2024년
수산청

머리말

도쿄전력 후쿠시마 제1원자력발전소 사고로부터 13년이 경과했습니다.

수산청은 수산자원의 안전성을 확보하기 위해 사고 후부터 수산자원의 방사성물질 농도를 계속 검사하고 공표해 왔습니다. 이 팸플릿에서는 수산자원 속 방사성 세슘 농도가 대폭 저하된 것과 2022년도부터 시작한 트리튬 정밀분석 및 2023년도부터 시작한 트리튬 신속분석에 관해 설명합니다.



목차

머리말	1
목차	2
식품 속 방사성물질의 검사 구조	
기준치란?	3
검사 개요	4
검사 방법	5
조사를 통해 발견한 점	
해산종의 방사성 세슘 농도	
해산종의 방사성 세슘 분석 상황	7
해산종의 방사성 세슘 농도 변화	8
담수종의 방사성 세슘 농도	
담수종의 방사성 세슘 분석 상황	9
주요 담수종의 방사성 세슘 농도 변화	10
ALPS 처리수와 트리튬 검사	
ALPS 처리수란?	11
트리튬이란?	11
트리튬 분석 결과	
트리튬 정밀분석 상황	12
트리튬 신속분석 상황	12
참고 1: 트리튬 정밀분석 방법	13
참고 2: 트리튬 신속분석 방법	15
칼럼	17



식품 속 방사성물질의 검사 구조

기준치란?

일본에서 원전 사고 후의 식품으로부터 추가로 받는 피폭량을 평생 받는 영향이 충분히 작고 문제가 없는 레벨(연간 1밀리시버트) 이하로 억제하는 것을 목표로 일반 식품의 방사성물질의 기준치를 **100Bq/kg**(the Japanese maximum levels in food ; JMLs)로 설정하고 있습니다. JMLs는 연령이나 성별에 따른 섭취 품목, 양의 차이를 고려해 산출된 최대치(120Bq/kg)를 내림해 영유아를 비롯해 모든 세대를 고려한 것입니다.

이러한 기준치를 초과한 식품을 유통시키지 않도록 한 결과, 후생노동성이나 후쿠시 마현청의 조사에서는 원전 사고 유래의 방사성물질에 의해 식품으로부터 받는 피폭량은 목표로 했던 연간 1밀리시버트의 100분의 1 미만이었습니다.

출전:

음식물과 방사성물질 이야기(후생노동성 외)

식품 속의 방사성물질에 대한 대응(후생노동성)

https://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin-detailed.html#kijun

일상식의 방사선 모니터링 결과(후쿠시마현청)

<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/nichijoshoku-moni.html>



검사 개요

지자체를 중심으로 조사계획 수립

☑ 조사 구역

☑ 조사 대상 어종

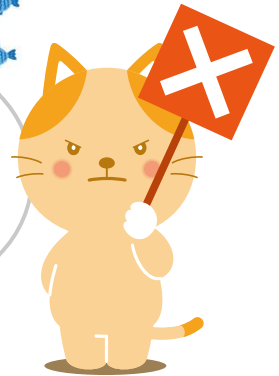
☑ 조사 빈도



좌측에 기재된
검토항목을
협의하여 계획을 수립



조사를
실시



검사를 통해 안전성을
확인합니다.

100Bq/kg
이하

출하



출하



식탁
으로

100Bq/kg을
초과한 경우

**출하자제 요청,
출하제한 지시**

- 1개 지점에서만 JMLs가 초과된 경우에는 각 지자체의 요청에 의한 **자제**.
- 여러 지점에서 JMLs가 초과된 경우에는 정부에 의한 **출하제한**.

만일 JMLs를
초과하게 되면...

정부·지자체가 그 생선을 유통시키지 않도록 조치를 취하기 때문에
JMLs가 초과된 수산물은 유통되지 않습니다.

검사 방법



1

수산자원 도착

각지에서 양륙된 수산물이 도착하면 산지와 종명을 확인합니다.

몸길이, 체중 측정

2



3

다지기

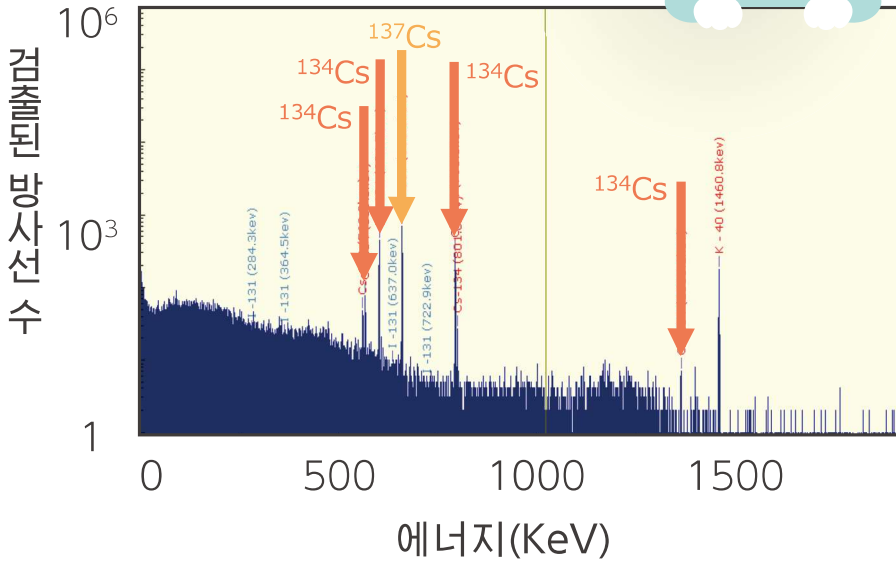
수산물의 식용 가능한 부분(주로 근육)을 잘게 다집니다.





이런 방식으로
검출돼요~

측정 결과 예



<주>
¹³⁴Cs에서도 에너지 차이가 있으므로 여러 개의 피크가 나옴

5

분석과 해석

식용 가능한 부분 1kg당 방사성물질 농도(Bq/kg)가 측정 결과로 나옵니다.



4

분석용기에 넣기



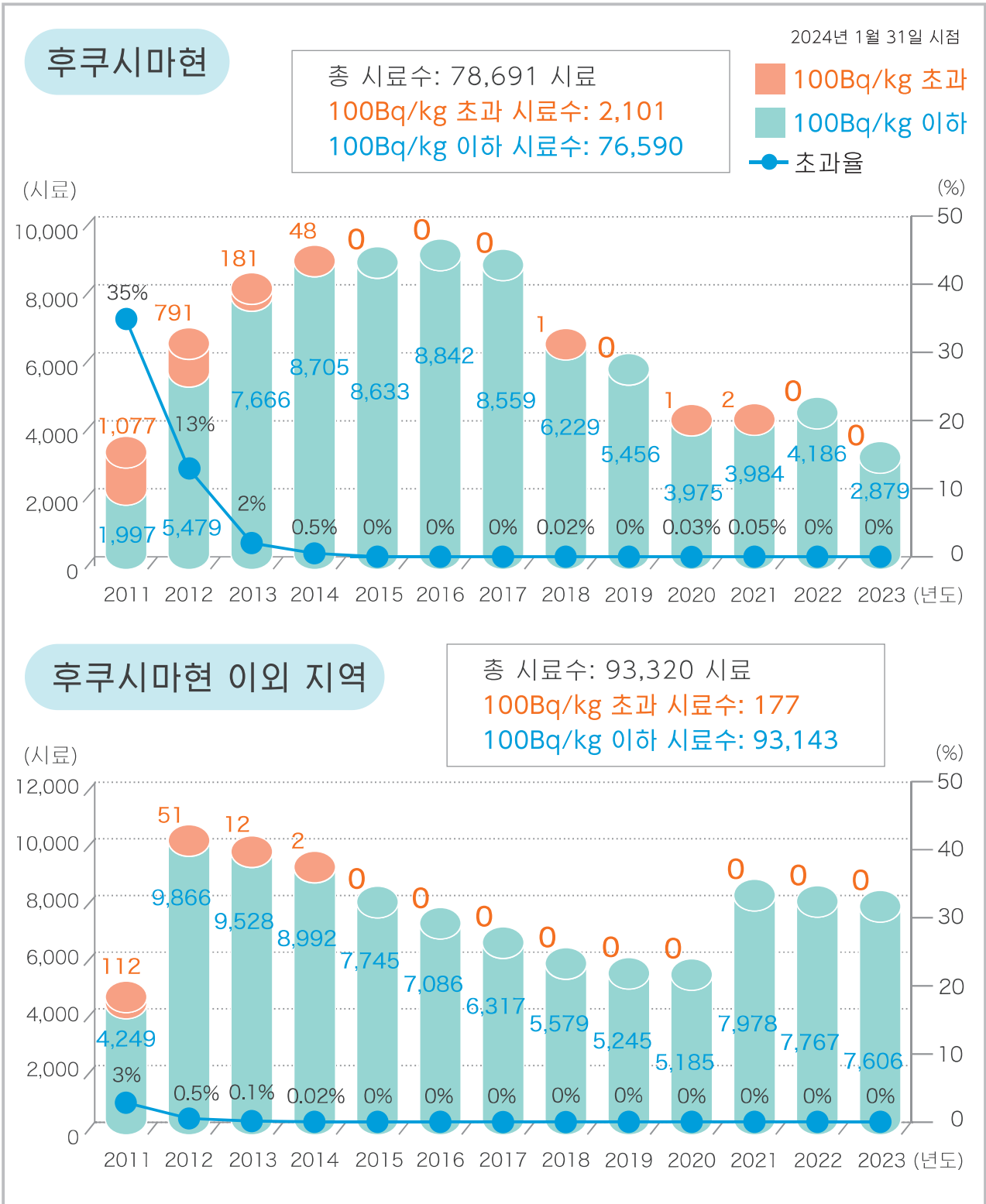
엄격하게 정해진 과정을
거쳐 검사해요.



해산종의 방사성 세슘 농도

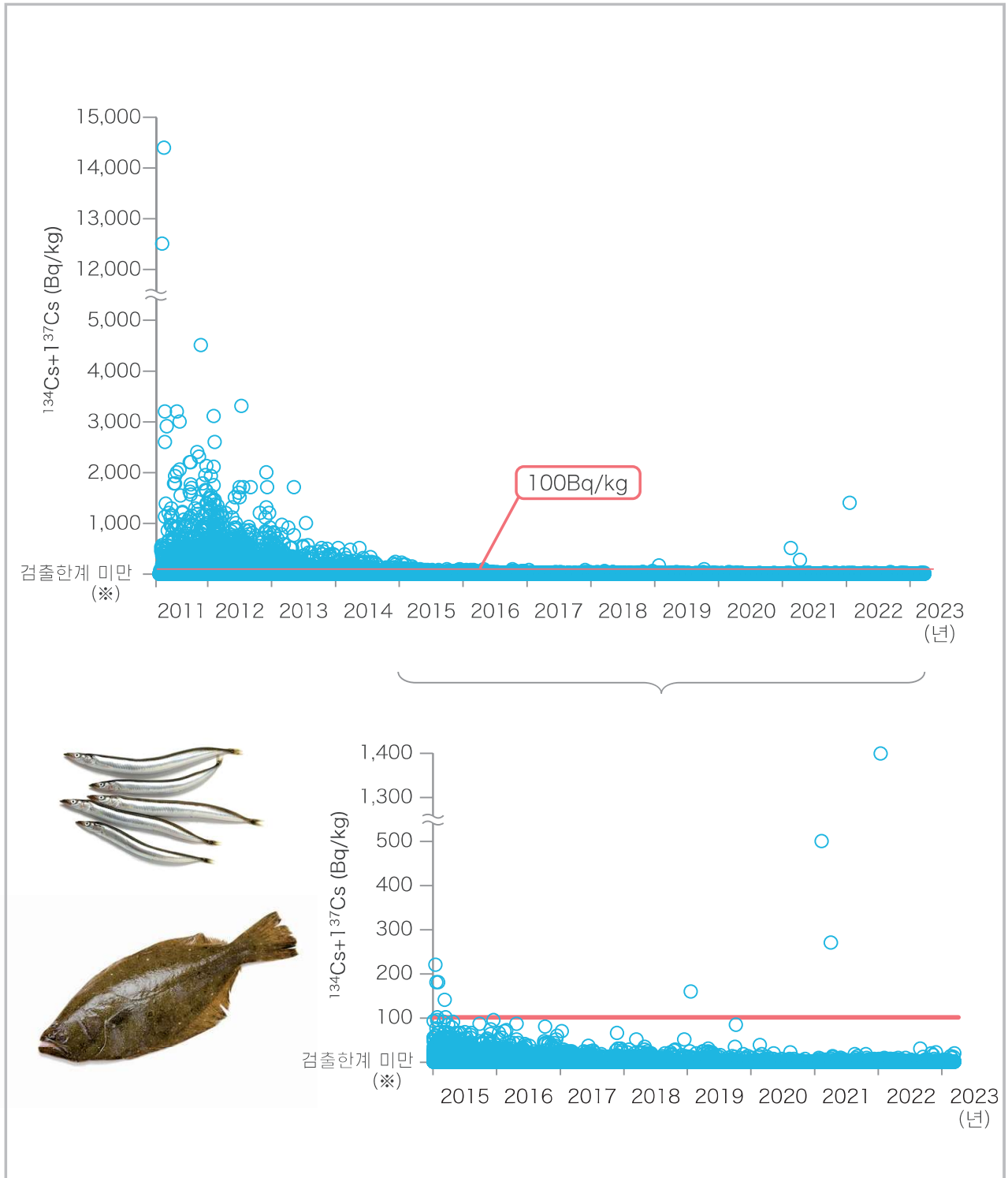
해산종의 방사성 세슘 분석 상황

원전사고 직후 후쿠시마현에서는 JMLs(100Bq/kg)를 초과하는 시료가 약 30% 확인되었습니다. 그러나 JMLs를 초과한 시료는 시간이 경과하면서 감소하고 있습니다. 후쿠시마현에서는 2015년도 이후, JMLs 초과는 4개의 시료뿐이었습니다. 후쿠시마현 이외의 지역에서는 2014년 9월 이후부터 JMLs를 초과한 시료가 없습니다.



해산종의 방사성 세슘 농도 변화

사고 직후에는 현재의 JMLs(100Bq/kg)를 초과하는 시료도 있었습니다. 그러나 시간이 경과하면서 방사성 세슘 농도가 빠르게 감소해 현재는 JMLs를 초과하는 것이 극히 드물고 대부분은 검출한계 미만입니다.

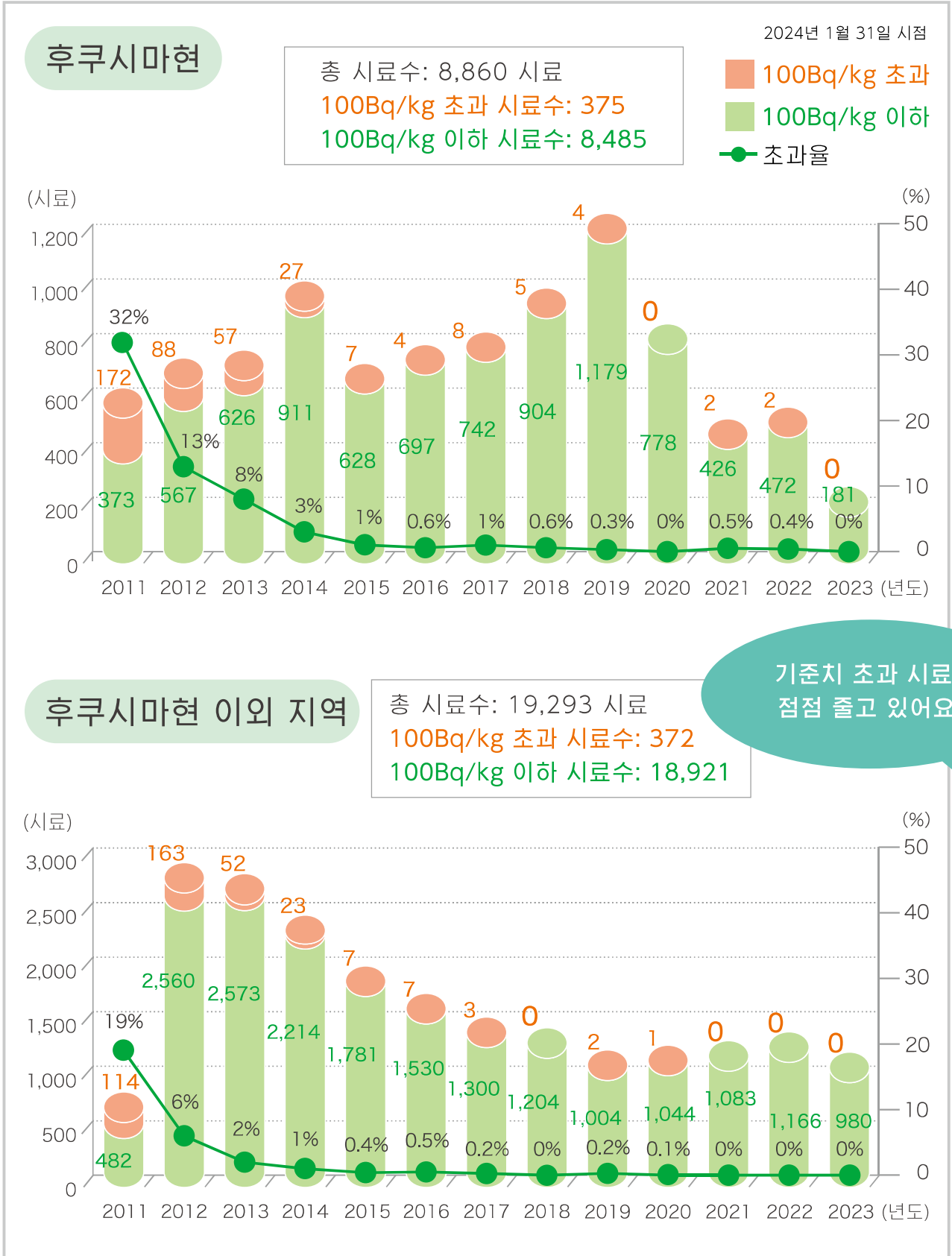


※검출한계 미만에 대해서는 뒷부분의 칼럼에서 자세하게 설명하겠습니다.

담수종의 방사성 세슘 농도

담수종의 방사성 세슘 분석 상황

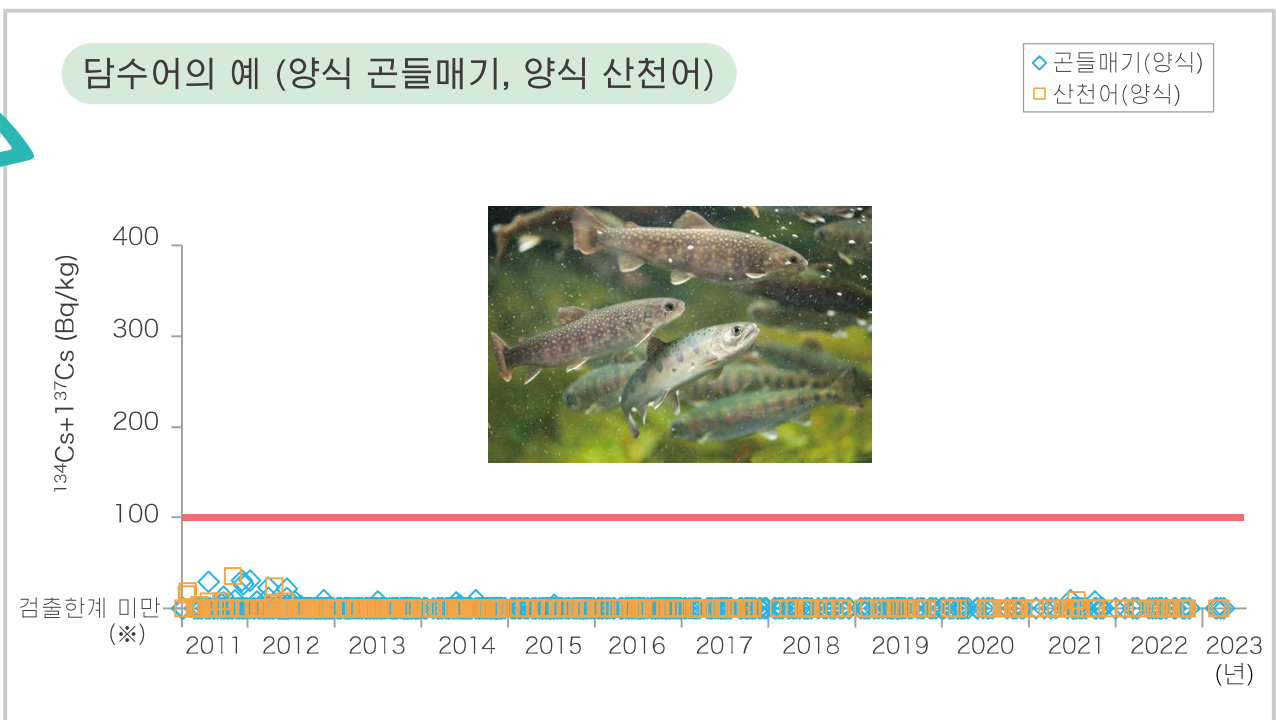
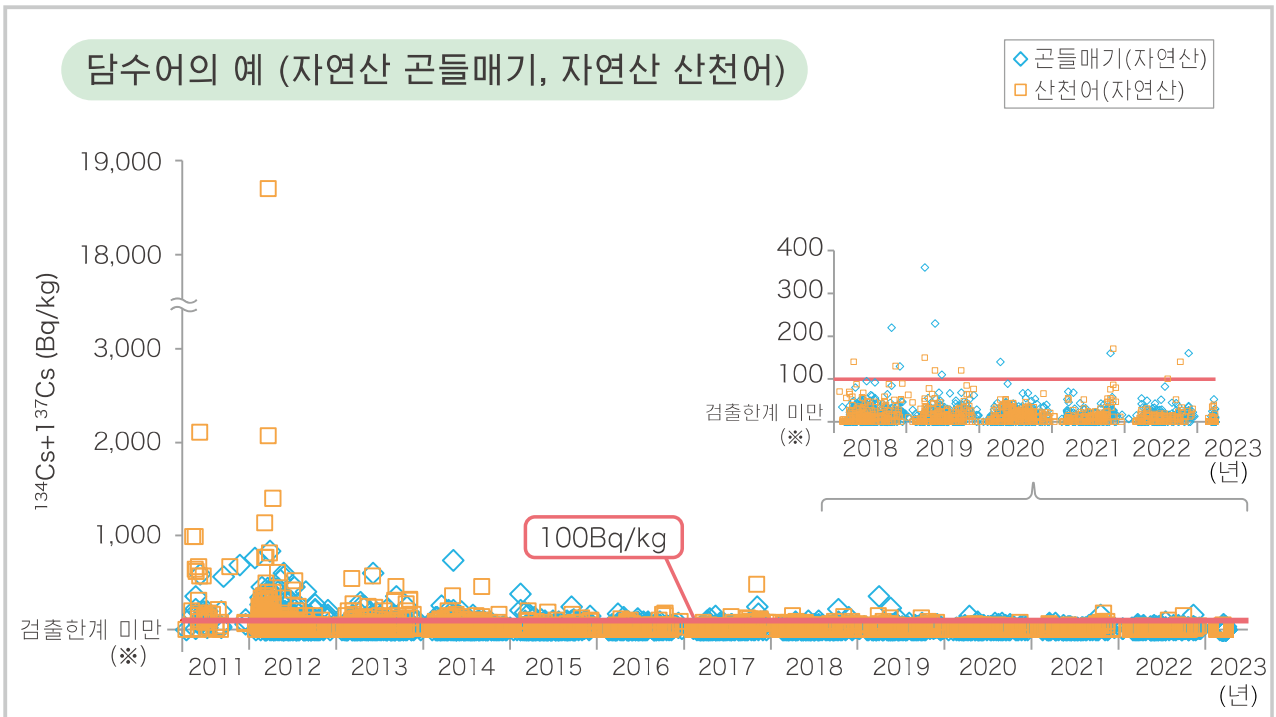
원전 사고 직후에는 JMLs(100Bq/kg)를 초과하는 시료가 많았습니다. 그러나 JMLs 초과 시료수는 시간이 경과하면서 감소하고 있습니다.



주요 담수종의 방사성 세슘 농도 변화

담수종은 해산종에 비해 먹이 등으로부터 체내에 흡수한 염류(나트륨이나 칼륨 등)를 배출하기가 어려운 경향이 있습니다. 세슘은 생명을 유지하기 위해 필요 불가결한 염류인 칼륨과 매우 비슷한 성질이기 때문에 역시 배출되기 어렵습니다.

한편 양식 곤들매기와 산천어는 관리된 배합 사료로 키우기 때문에 JMLs를 초과한 방사성 세슘이 검출된 사례가 없습니다.



※검출한계 미만에 대해서는 뒷부분의 칼럼에서 자세하게 설명하겠습니다.

ALPS 처리수와 트리튬 검사

ALPS 처리수란?

ALPS 처리수란 다핵종 제거 설비(ALPS: Advanced Liquid Processing System) 등에 의해 트리튬 이외의 핵종에 관해 환경 방출 시 정부가 정한 규제 기준을 충족할 때까지 정화 처리한 물입니다.

ALPS 처리수는 트리튬 농도를 1리터당 1,500벵크렐 미만까지 바닷물로 희석한 후 방출됩니다. 이는 세계보건기구(WHO) 음용수 수질 가이드라인 기준의 7분의 1 정도입니다.

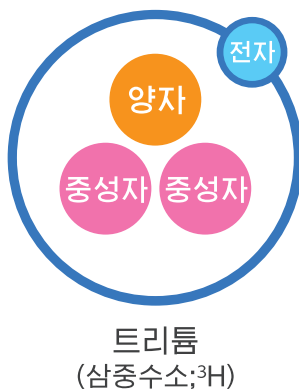
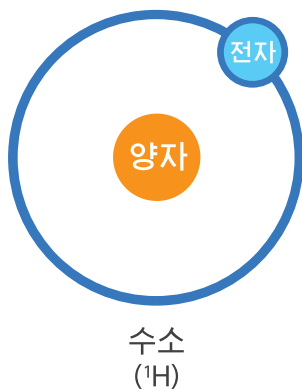
트리튬이란?

트리튬(^3H)은 삼중수소라고도 불리는 수소의 일종입니다. 수소와 우주선의 충돌 등으로 인해 자연적으로 생성되는 외에 원자력발전소 가동이나 핵실험 등을 통해서도 생성됩니다. 트리튬은 베타선이라는 방사선을 방출하고 12.3년이 지나면 반수가 방사선을 방출하지 않는 헬륨3으로 변화합니다.

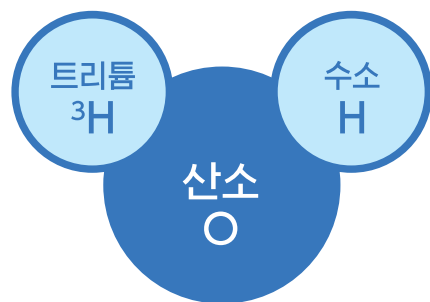
트리튬은 산소와 결합된 삼중수소수로서 해수, 담수 외에 빗물이나 수돗물에도 널리 존재하며, 우리 체내에도 항상 수십 벵크렐의 트리튬이 존재합니다.

트리튬이 방출하는 베타선은 매우 약해서 종이 한 장도 통과하지 못합니다. 이로 인해 인체에 미치는 영향의 정도(유효선량계수)는 세슘-137의 약 700분의 1입니다. 또한 트리튬의 영향은 식품 속에서 고려할 필요가 없다고 여겨지기 때문에 식품 기준치의 규제 대상에 포함돼 있지 않습니다.

게다가 사람이나 어패류에 흡수된 트리튬은 물과 거의 같은 움직임을 보여서 비교적 빠르게 체외로 배출되기 때문에 방사성 세슘과는 달리 체내에 축적되지 않고 농축되지도 않습니다.



수소 원자와 트리튬 원자의 차이 (모식도)



삼중수소수의 분자 (모식도)

트리튬 분석 결과

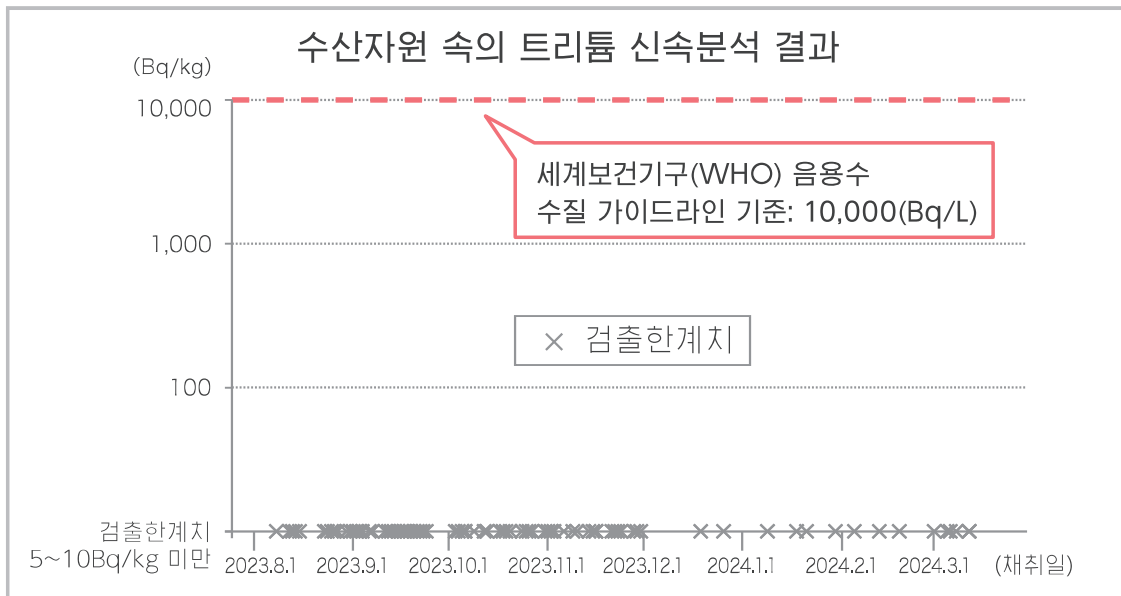
트리튬 정밀분석 상황

트리튬 정밀분석은 후쿠시마현을 중심으로 홋카이도부터 지바현에서 양륙된 수산자원(어류, 두족류, 패류 등을 포함)을 대상으로 실시하고 있습니다. 2022년도는 216개 시료(후쿠시마현에서 86 시료, 후쿠시마현 이외에서 130 시료), 2023년도는 204개 시료(후쿠시마현에서 80 시료, 후쿠시마현 이외에서 124 시료)를 분석한 결과, 모두 검출하한치 미만임이 확인되었습니다.



트리튬 신속분석 상황

트리튬 신속분석은 도쿄전력이 샘플링을 실시하는 T-S3(방출구의 북북동 방향으로 약 4km), T-S8(방출구의 남남동 방향으로 약 5km)과 같은 위치에서 얻은 샘플을 대상으로 합니다. 2023년도는 합계 174개 시료(넙치 등을 포함한 총 8종)를 검사한 결과, 모두 검출하한치 미만임이 확인되었습니다.



참고 1 트리튬 정밀분석 방법

트리튬 정밀분석은 시료 샘플에 함유된 삼중수소수를 이용하기 때문에 샘플이 다른 물과 접촉해 검사 결과에 영향을 주지 않도록 주의해야 합니다. 또한 세슘 분석과는 달리 트리튬 분석은 시간이 걸립니다. 일반적으로 수산자원을 분석기관에 보낸 후 분석 결과가 나오기까지 약 1개월~1개월 반 정도의 시간이 소요됩니다. 참고 2의 트리튬 신속분석보다 낮은 하한치(0.4Bq/kg 정도)로도 분석이 가능합니다.



1

다지기

식용 가능한 부분을 잘게 다진 후 얇게 펴서 동결합니다.



2

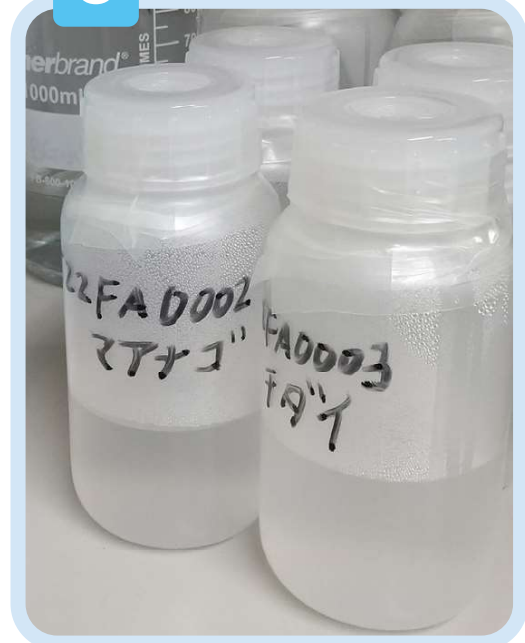
수분 추출

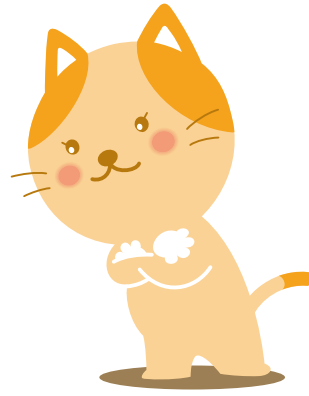
잘게 다져 동결한 시료를 진공동결건조기를 이용해서 수분을 추출합니다.

회수된 수분

얼음 상태로 회수한 수분을 녹입니다.

3





4

회수수 정제

회수한 수분에 함유된
유분과 단백질을 분해하고
깨끗한 물로 정제합니다.



6

분석과 해석

액체신틸레이션계수기라는
분석기기로 측정합니다.



5

시약 혼합 및 정치

정제한 물을 시약과 혼합한 후
냉암소에 정치합니다.

참고 2 트리튬 신속분석 방법

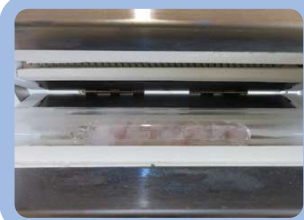
트리튬 신속분석은 10g 정도 소량의 시료 샘플에 포함된 삼중수소수를 이용하여 5~10Bq/kg의 하한치로 분석하기 때문에 정밀분석보다 분석에 소요되는 시간이 짧아 시료 채취부터 하루 정도면 분석 결과를 얻을 수 있습니다.



다지기

10g 정도 소량의 시료를 잘게 다집니다.

1



2

수분 추출

잘게 다진 시료를 연소장치에 수용하여 수분을 추출합니다.

회수된 수분

약 9g의 수분을 회수합니다.

3





4

회수수 종류

회수한 수분에 포함된 유분과 단백질을 분해하여 깨끗한 물로 정제합니다.



6

분석과 해석

액체신틸레이션계수기라는 분석기기로 측정합니다.



5

시약 혼합 및 정치

정제한 물을 시약과 혼합하고 정치합니다.

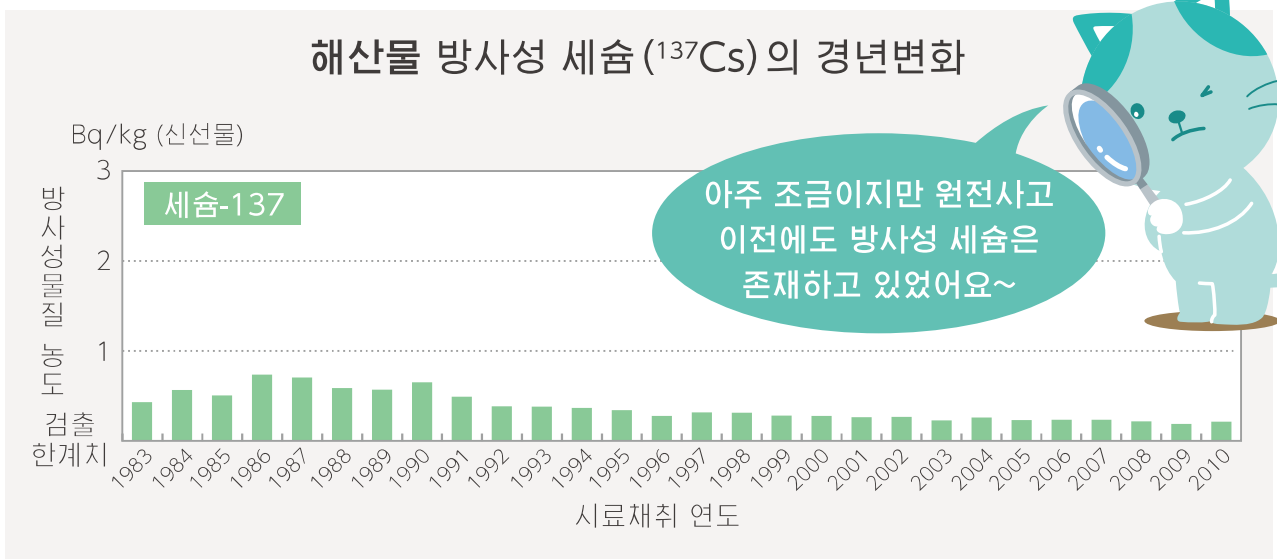
국제원자력기구(IAEA)와의 대응

IAEA와 일본의 분석기관이 동일한 수산자원을 시료로 방사성물질을 측정 한 결과, 일본 분석기관의 측정 수법이 적절하고 정확성과 측정능력이 높다는 것이 확인되었습니다.



원전사고 이전의 방사성 세슘 농도 변화

1983년부터 2010년까지 어류와 문어 등의 해산물 속 방사성 세슘(^{137}Cs) 농도는 1Bq/kg 이하의 낮은 수치로 추이되었습니다. 북반구를 중심으로 실시된 대기권 핵실험 등의 영향으로 과거에도 환경 중에 방사성 세슘이 존재했습니다.



위 그래프는 일본 전국 원자력발전소 등의 주변 해역에서 측정한 값입니다. 자세한 내용은 공익재단법인 해양생물환경연구소 웹사이트의 “어장 살펴보기”를 참조해 주십시오. (URL : <https://www.kaiseiken.or.jp/publish/itaku/itakuseika.html>)

검출한계란?

● 분석대상 물질이 존재하는 양을 분석기기가 검지할 수 있는 최저농도를 가리킵니다.

같은 기기로 분석해도 용기에 넣는 시료의 중량이나 측정시간이 달라 검출한계치에 차이가 생깁니다. 식품 방사성물질 검사에서는 후생노동성의 매뉴얼 등에 따라 JMLs(the Japanese maximum levels in food: 100Bq/kg)보다 충분히 낮은 수치가 되도록 검출한계치를 설정해 검사하고 있습니다.

No.	어종 명칭	광역자치단체 명칭	방사성 세슘(¹³⁷ Cs)[단위: Bq/kg]
9617	참고등어	미야기현	검출한계 미만 (< <u>0.571</u>)
9618	참고등어	미야기현	검출한계 미만 (< <u>2.98</u>)
9619	홍감펍	미야기현	검출한계 미만 (< <u>3.59</u>)
9620	정어리	미야기현	검출한계 미만 (< <u>4.34</u>)

(출전) 수산청 홈페이지를
편집해 작성

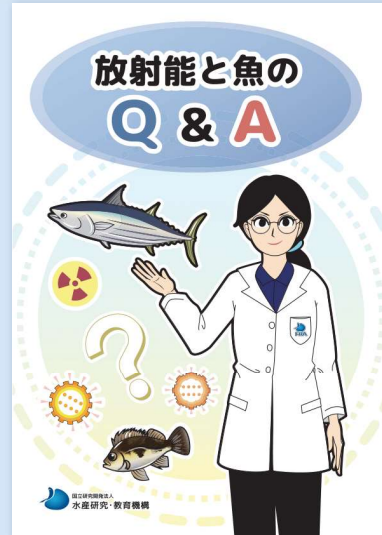
표. 수산자원 속 방사성물질 검사 결과 예

이 수치가
검출한계치입니다.

측정 시료의 중량이 늘어나면
검출한계치가 내려가요.



수산자원 속 방사성물질의 검사 결과는 수산청 홈페이지에도 공표하고 있습니다. 또한 생선 속 방사성물질과 관련된 의문점을 과학적인 측면에서 해설한 팸플릿을 수산연구·교육기구 홈페이지에서 볼 수 있습니다.



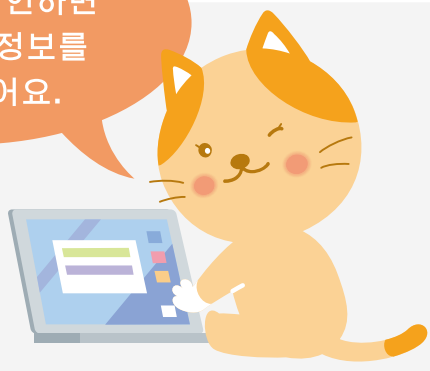
수산청 홈페이지: <https://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html>

수산연구·교육기구 홈페이지 “방사능과 생선에 관한 Q&A”:

http://www.fra.affrc.go.jp/bulletin/radioactivity_pamphlet2018/cover_index.html



홈페이지 또는
팸플릿을 확인하면
더 자세한 정보를
알 수 있어요.



수산청 방사성물질 검색

水産庁

수산청 증식추진부 연구지도과
(100-8907) 도쿄도 지요다구 가스미가세키 1-2-1 전화: 03-6744-2030



공익재단법인 해양생물환경연구소 중앙연구소
(299-5105) 지바현 이스미군 온주쿠정 이와와다 300 전화: 0470-68-5111