

The impact of Sellafield discharges on the environment – An Irish perspective



epa

Environmental Protection Agency
An Ghníomhaireacht um Chaomhnú Comhshaoil

Office of Radiological Protection

放射線防護局

環境保護庁

Kevin Kelleher ケビン・ケラハー

Overview

- Sellafield – the site and discharges
- Marine Monitoring
- Measurement Techniques
- Measurement data
- Dose Assessments
- Marine Dispersion Modelling
- Risks to Ireland
- Summary

Sellafield

- Located 180 km from the east coast of Ireland
- The most significant source of artificial radionuclides in the Irish marine environment
- Activities produce both aerial discharges and the discharge of low-level liquid radioactive waste into the eastern Irish Sea



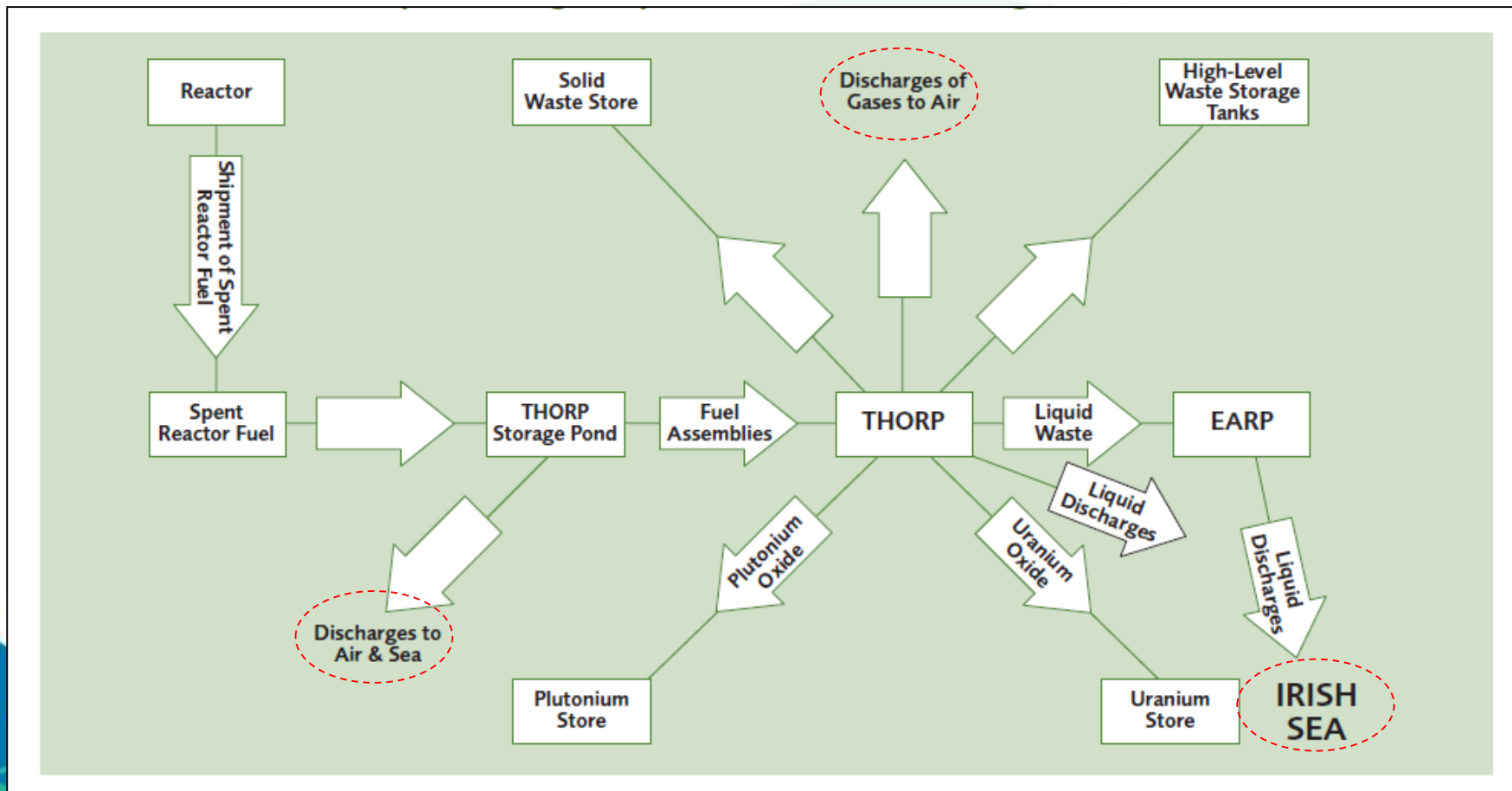
Sellafield

Principal activities at Sellafield include:

- Fuel reprocessing
 - THORP (ends 2018)
 - MAGNOX (ends 2017)
- Spent fuel storage
- Vitrification of high-level radioactive wastes
- Decommissioning of obsolete plants
- Storage of reprocessed plutonium



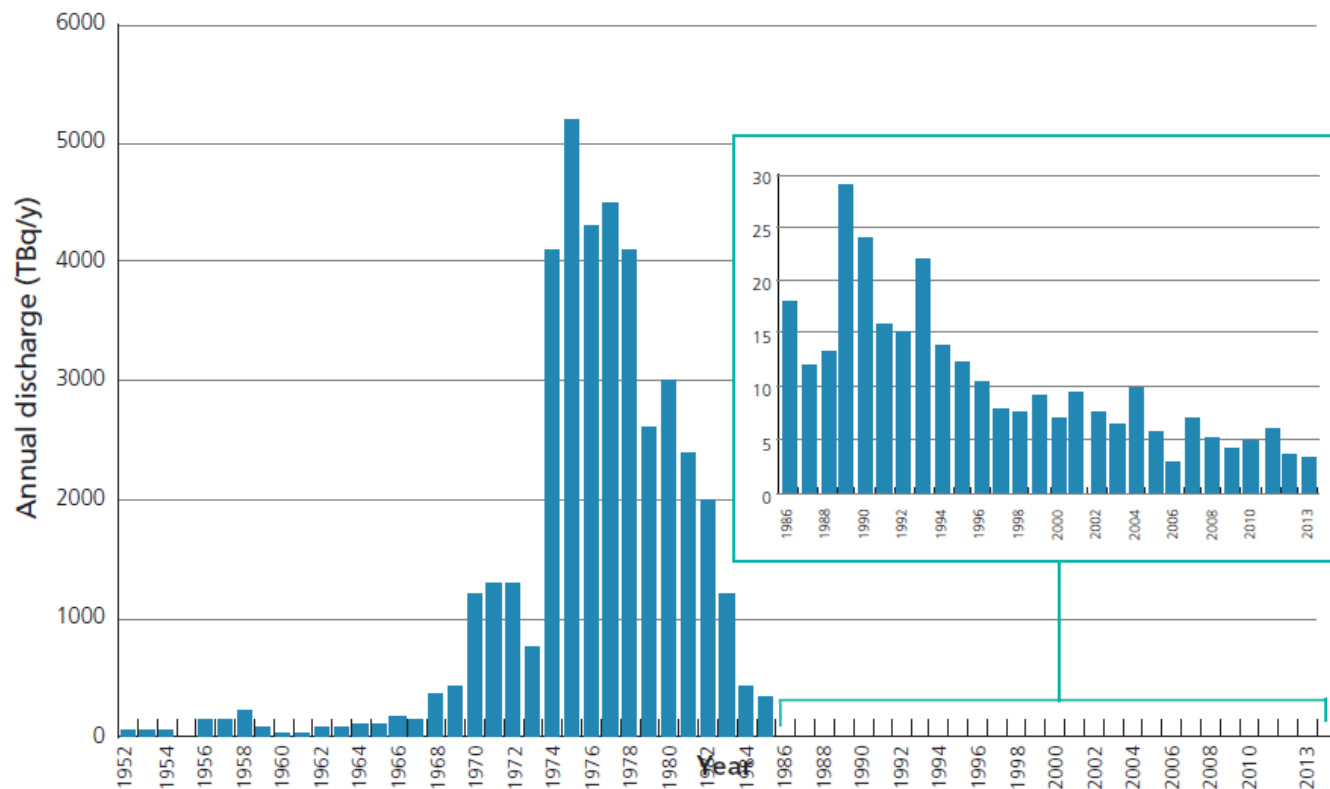
Reprocessing of fuel through THORP



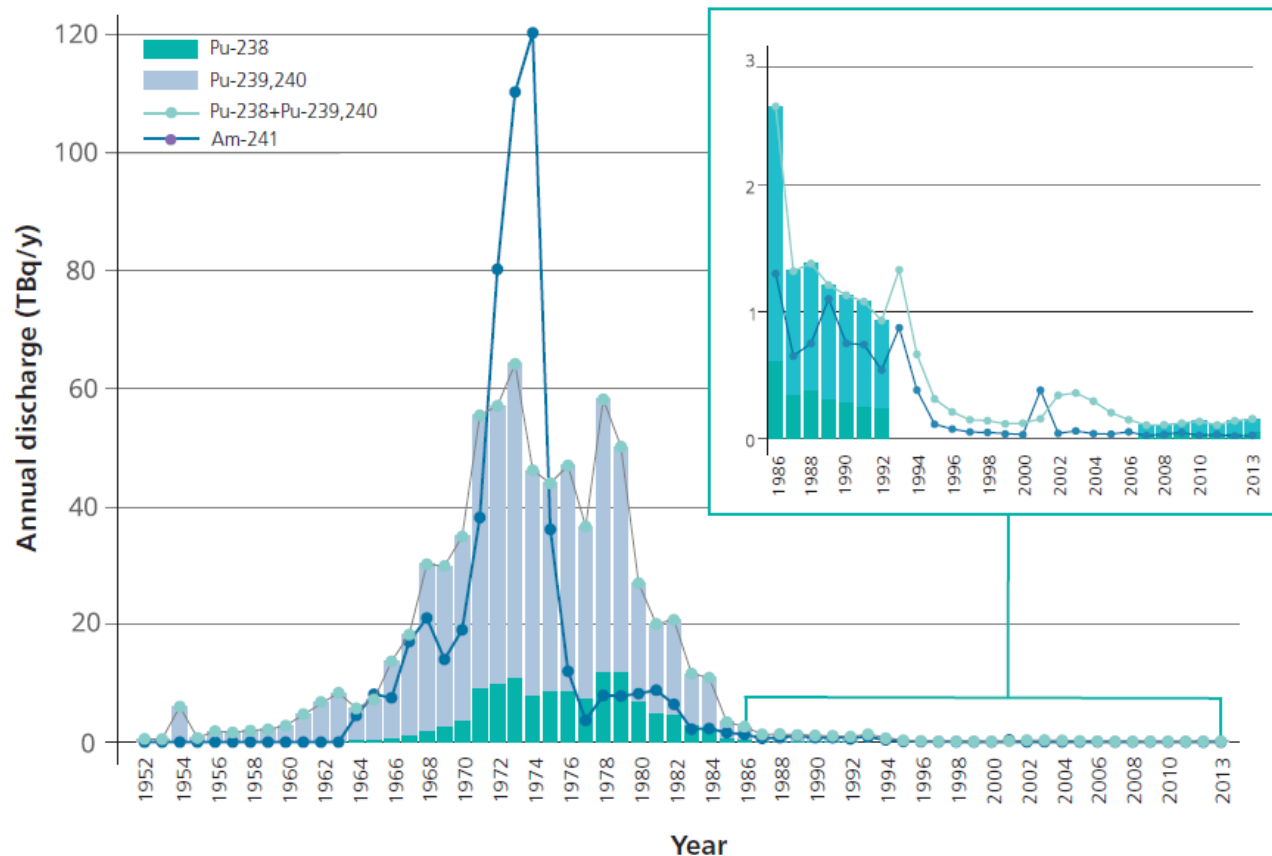
Liquid Discharges 2014

Radionuclide Category	Authorised Limit (TBq)	Discharge (TBq)
Tritium	20000	1350
Carbon-14	21	5.35
Cs-137	34	2.65
Sr-90	45	1.63
Tc-99	10	1.27
Pu-238 + Pu-239,240	0.7	0.15
Cs-134	1.6	0.06
Co-60	3.6	0.05
Am-241	0.3	0.02

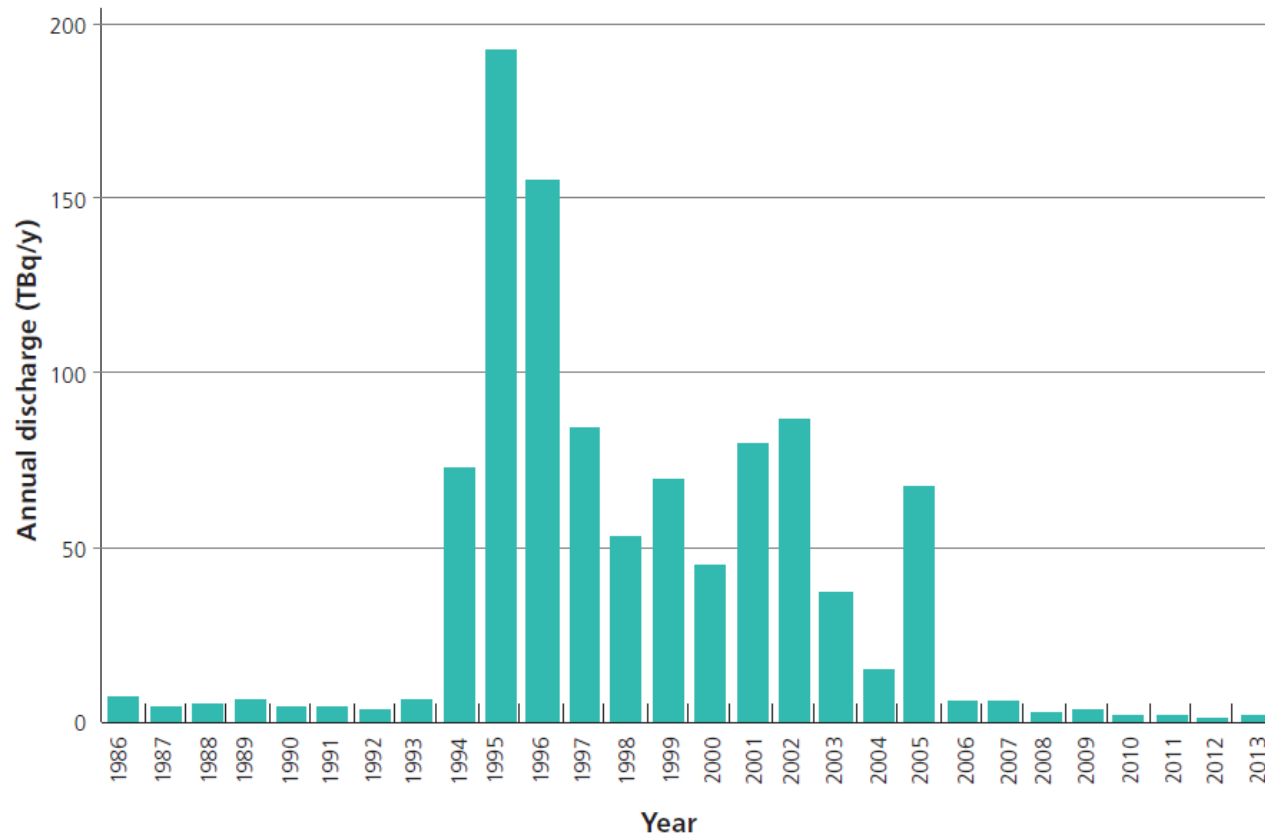
Liquid Discharges from Sellafield – Cs-137



Liquid Discharges of Transuranic elements

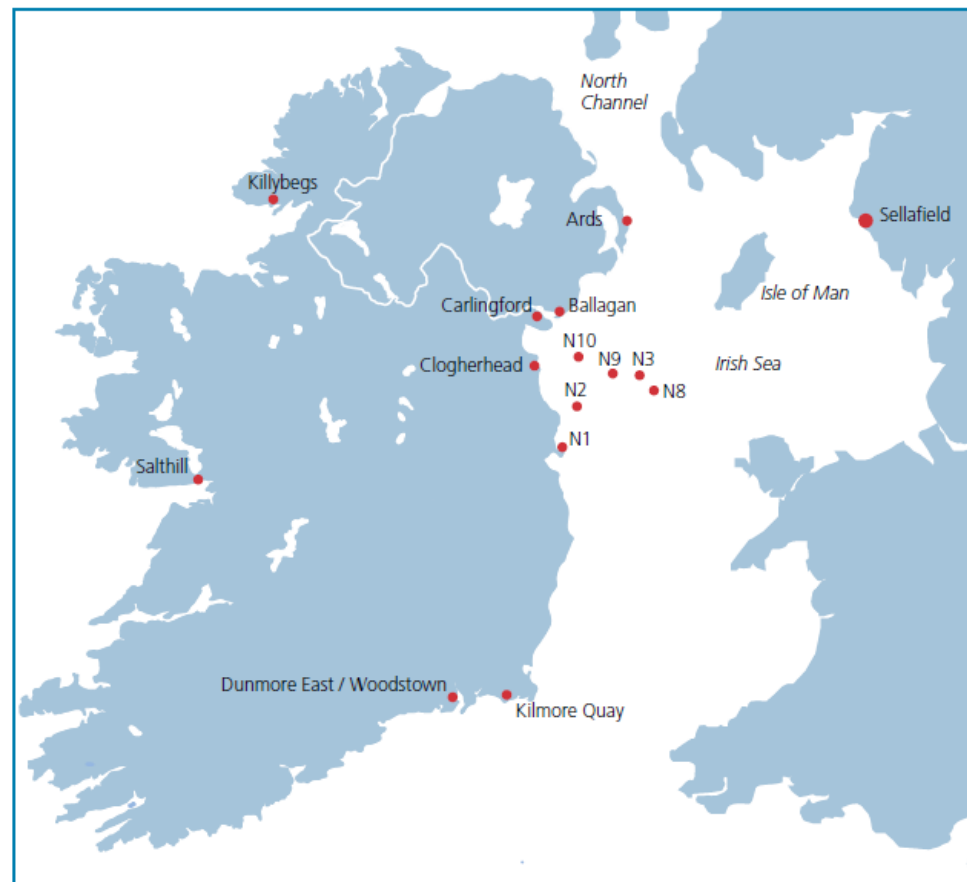


Liquid Discharges of Technetium-99



Radioactivity in the marine environment

- Primary focus is to assess:
 - Radiation doses arising from Sellafield discharges
 - Distribution of artificial radionuclides
- Sampling of:
 - Seawater
 - Biota
 - Sediment
- Cs-137, actinides (Pu, Am-241), H-3, Tc-99

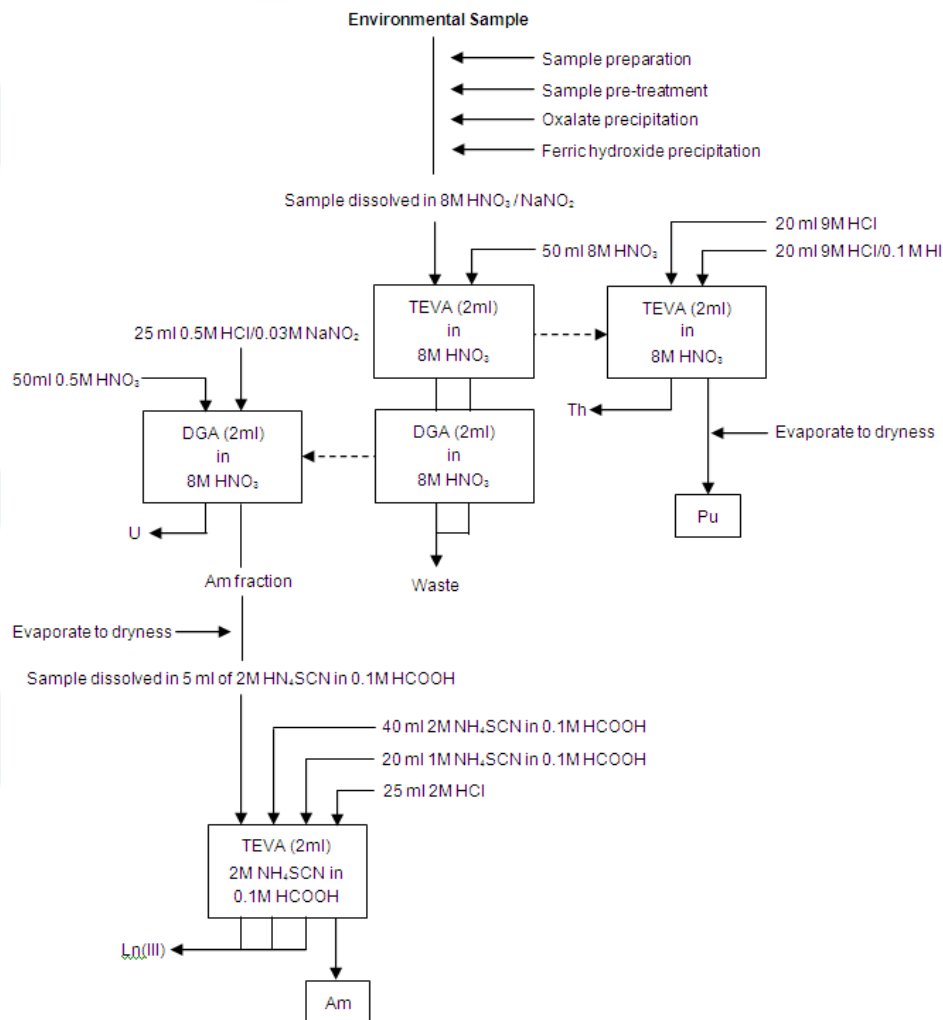
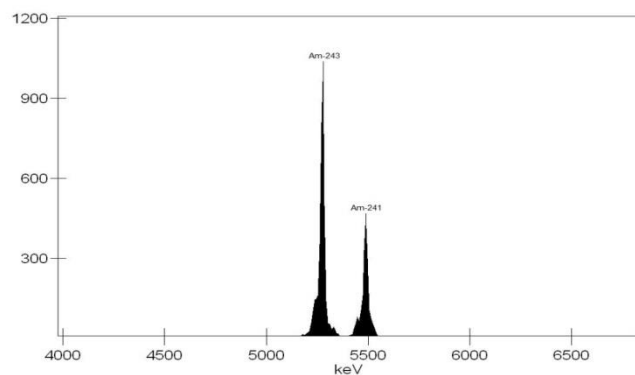
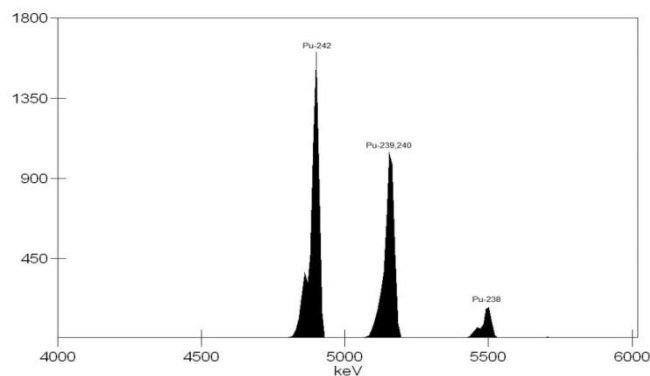


Measurement Techniques

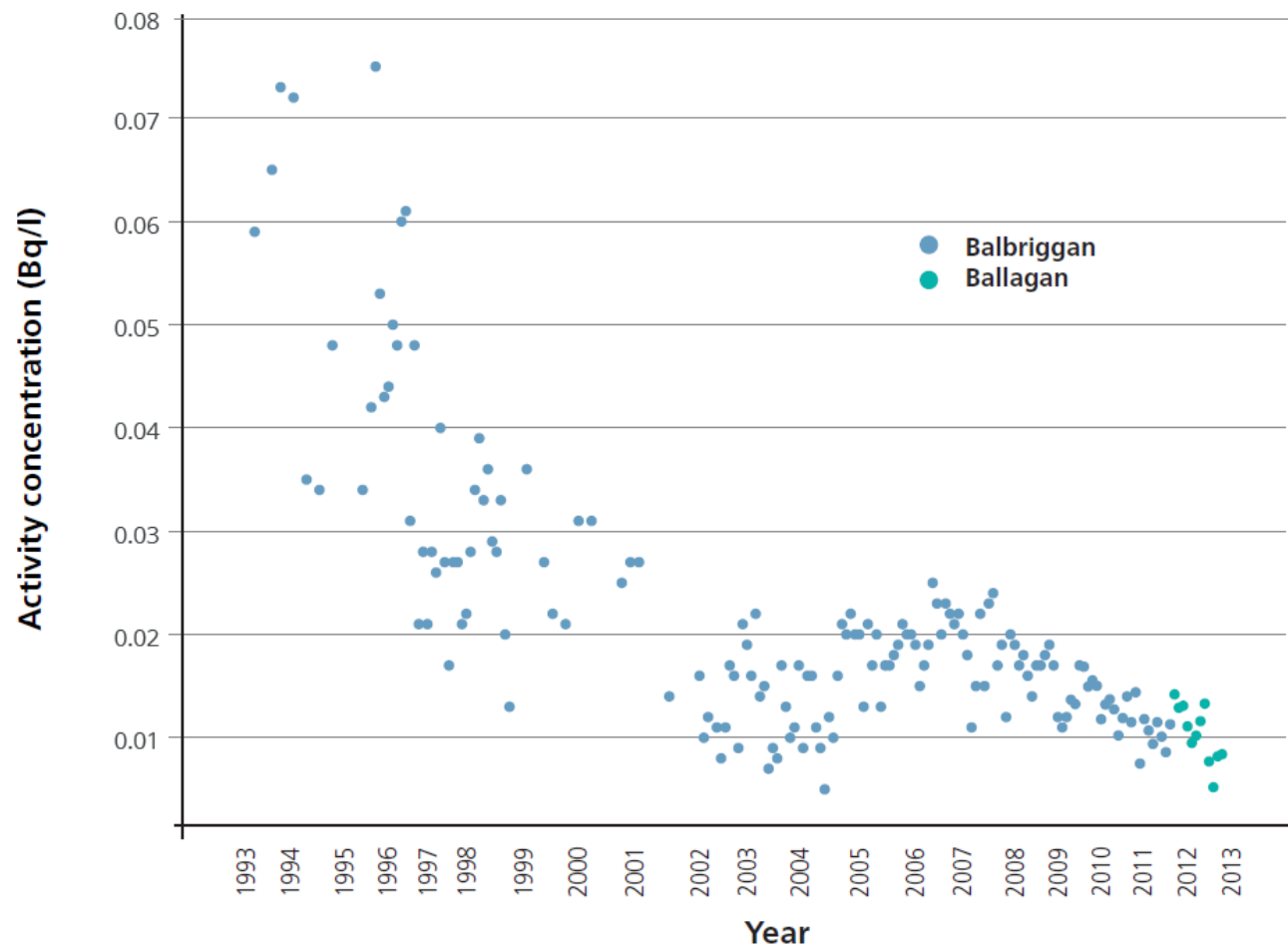
- Radio-caesium in biota, seaweed and sediments
 - Direct gamma spectrometry after drying and homogenisation
- Caesium in seawater
 - Extraction with AMP-PAN resin followed by gamma spectrometry in HPGe well detector (*Pike et al. 2013*)
- Actinides
 - Sequential extraction of Pu and Am using extraction chromatography followed by alpha spectrometry (*Luisier et. al 2009*)
- Tc-99
 - *Currently carried out by contracted third party via ICP-MS*

Actinide analysis – Pu and Am extraction

■ Extraction chromatography using TEVA and DGA resins



Cs-137 in seawater



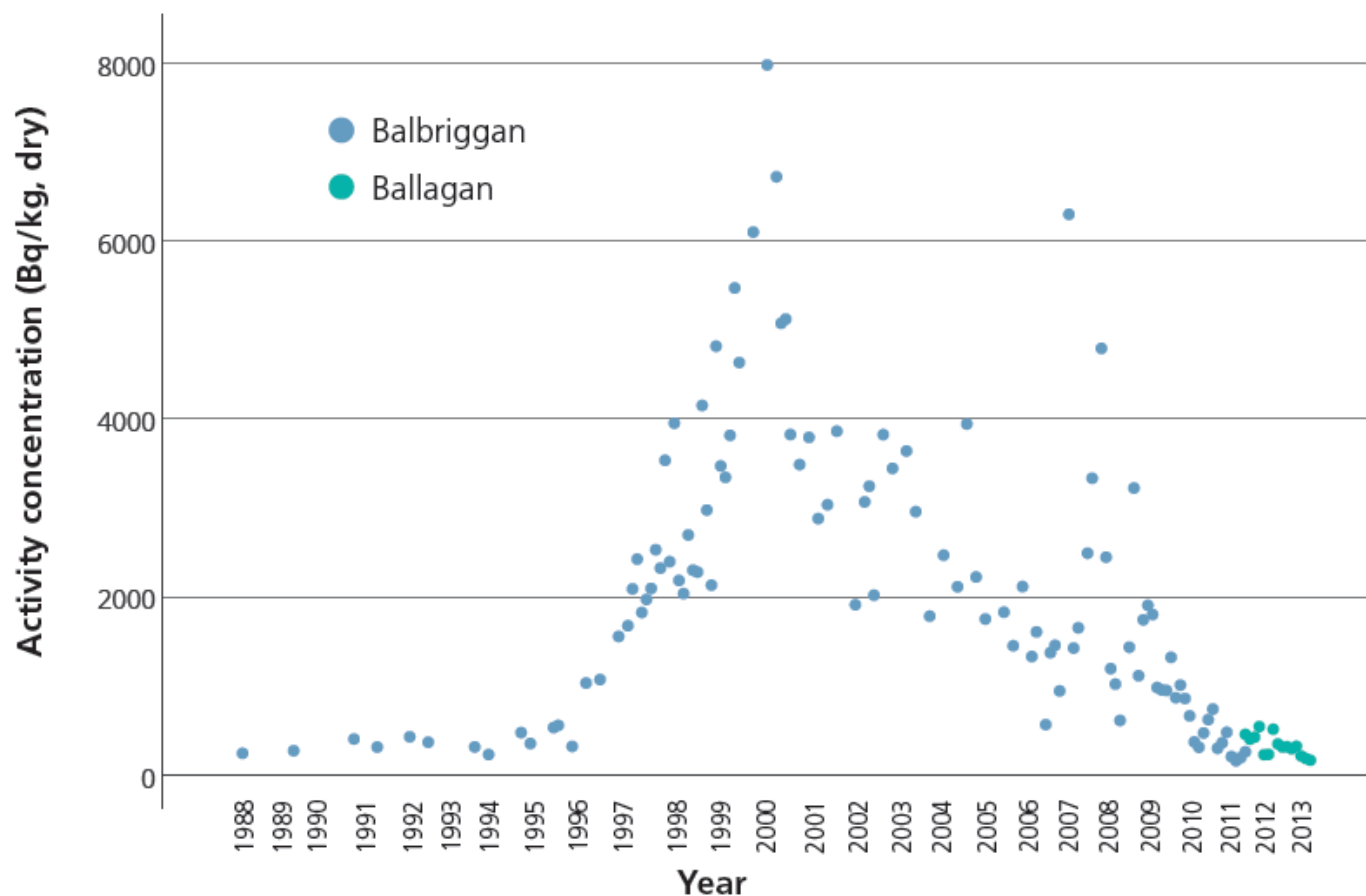
Caesium-137 concentrations in seawater from east-coast locations, 1993-2013

Radioactivity in biota 2013

Species	Concentration (Bq/kg, fresh weight)				
	Cs-137	Tc-99	Pu-238	Pu-239,240	Am-241
Fish	0.06 – 0.58	nd	nd	nd	nd
Lobster	0.33	5.4	0.009	0.047	0.007
Mussels	0.25	0.98	nd	nd	0.05
Oysters	0.11	0.32	nd	0.005	0.02
Prawns	0.04	nd	0.006	0.035	nd
Winkles	1.03	4.8	-	-	-
Seaweed	0.35	44.1	-	-	-

nd = not detected

Tc-99 in seaweed



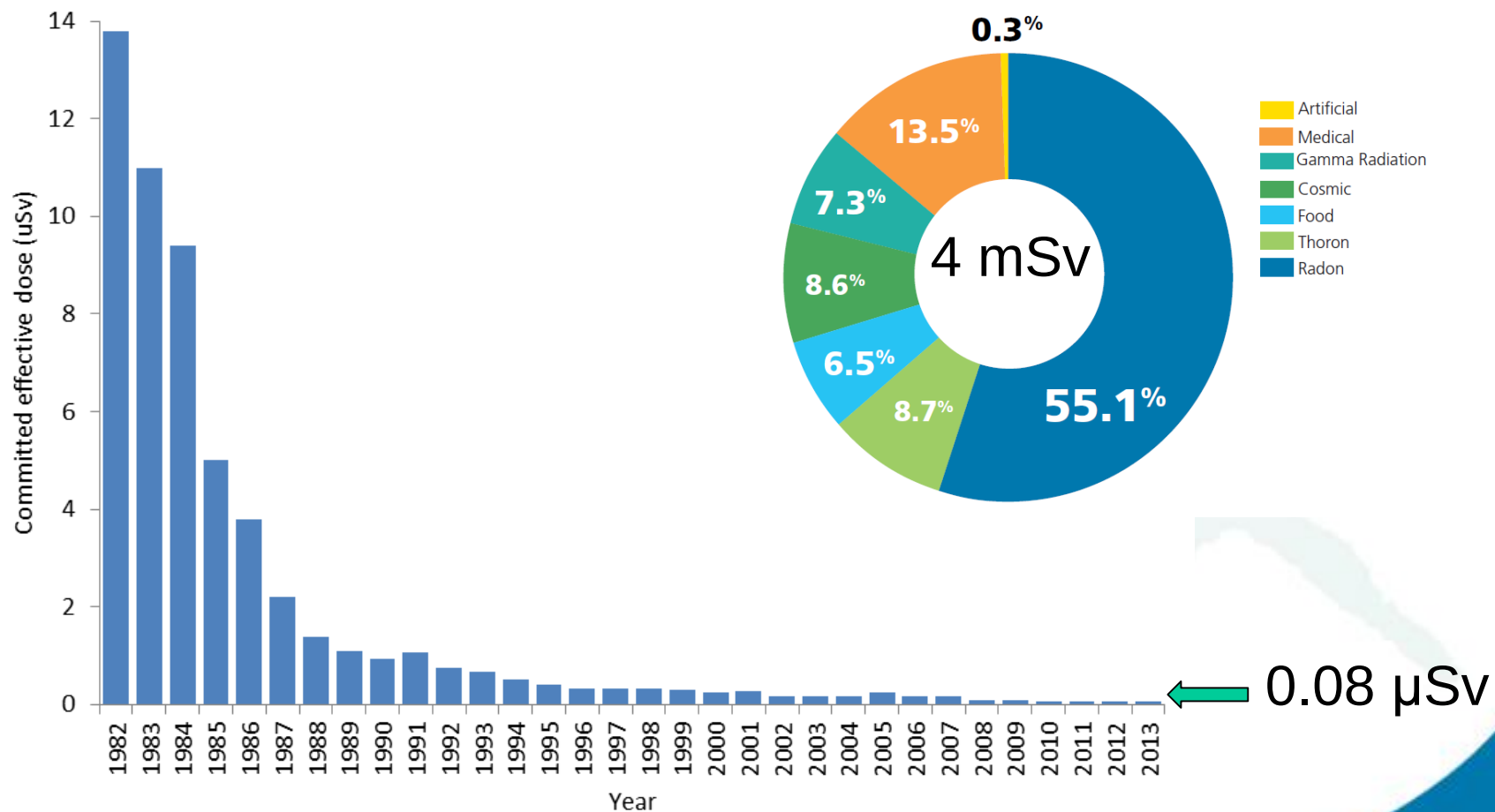
Technetium-99 concentrations in seaweed (*Fucus vesiculosus*, Bq/kg, dry)

Comparison of measurement results

Radionuclide	Matrix	Activity East Irish Sea	Mean Activity Fukushima	Units
Cs-137	Seawater	7	8.9	mBq/l
Cs-134	Seawater	-	~1	mBq/l
Cs-137	Sediment	4.1	23	Bq/kg d.w.
Cs-134	Sediment	-	6.4	Bq/kg d.w.
Pu-238	Sediment	0.27	< MDA	Bq/kg d.w.
Pu-239/240	Sediment	1.77	0.4	Bq/kg d.w.

- Levels of Cs-137 in seawater comparable to those found off the coast of Fukushima Dai-Ichi NPP

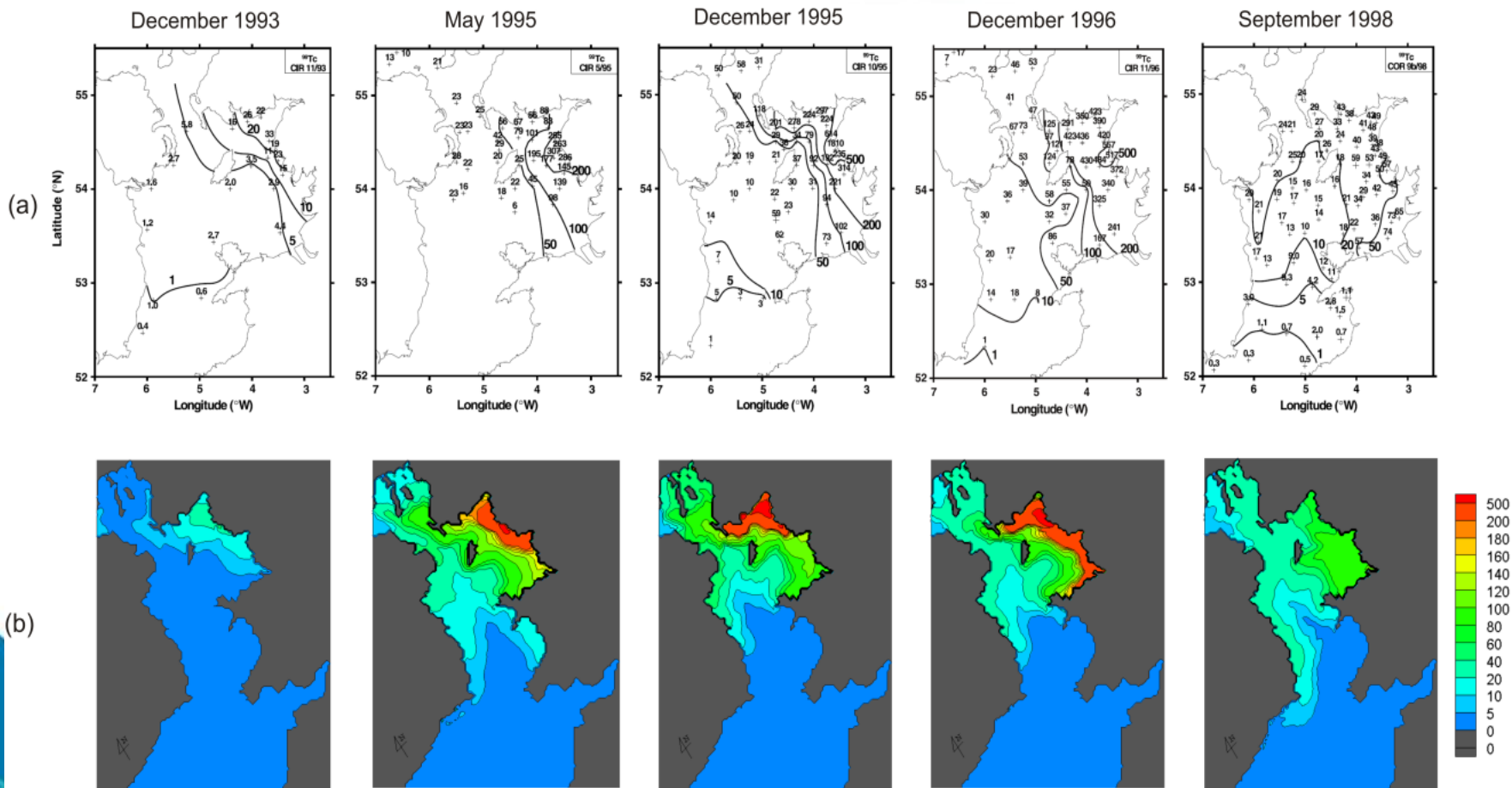
Annual committed effective dose to the typical seafood consumer



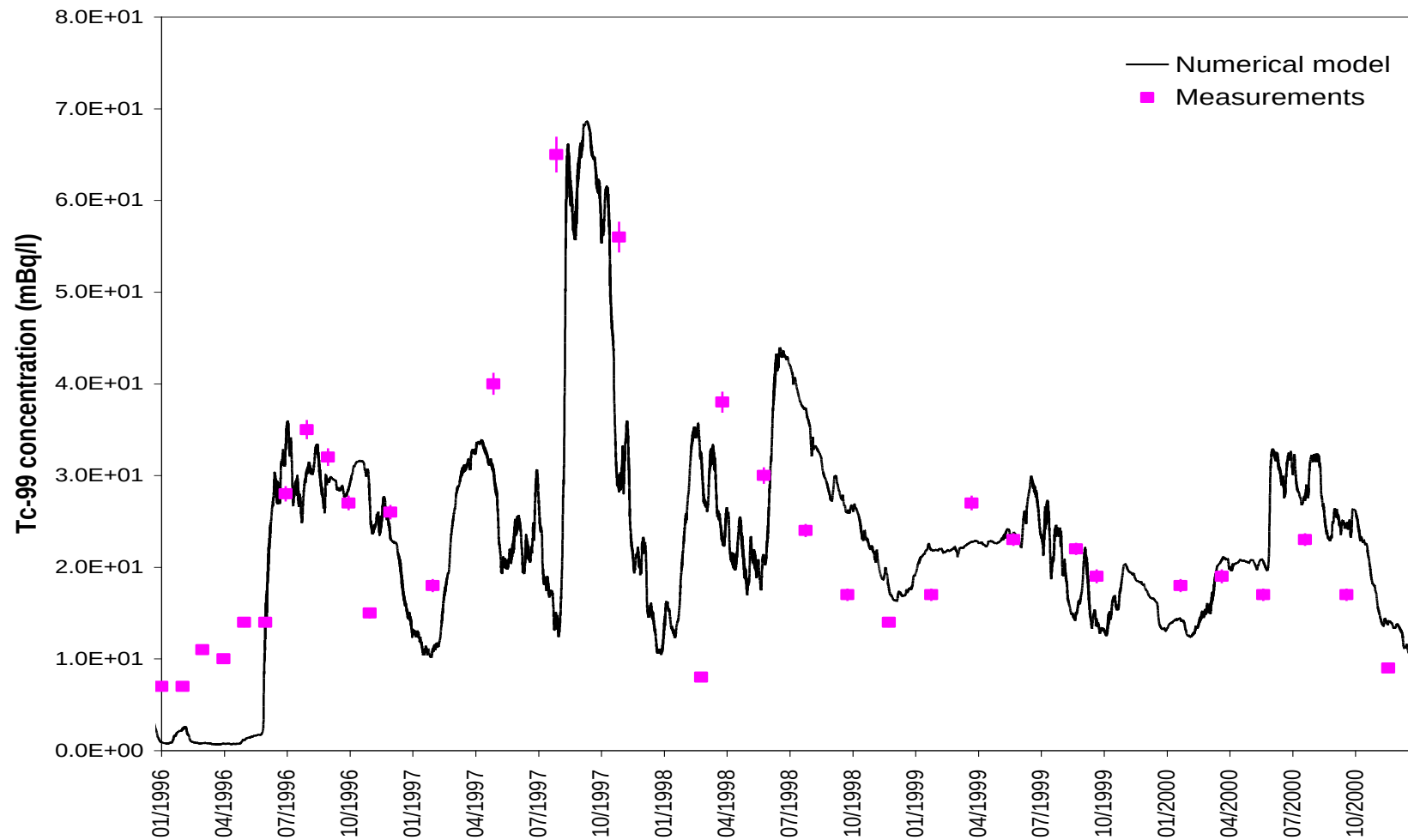
Marine Dispersion Modelling

- Model hindcasting of Tc-99 from Sellafield within Irish Sea
 - Distribution along East coast of Ireland
 - Examine seasonal and inter-annual circulation patterns
 - Effects of meteorological conditions on migration pattern
- Numerical model based on Princeton Oceanographic Model (POM)
 - 110 x 147 cells
 - North Atlantic Model for Tides
 - Temperature & Salinity from Max-Planck Institut Model
 - Met data from European Centre for Medium Range Forecasting

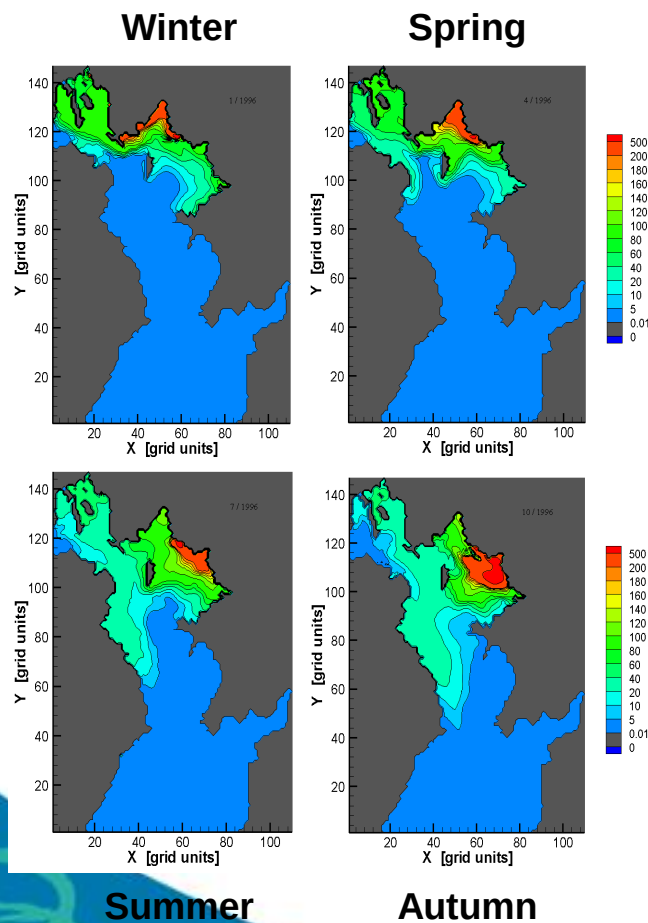
Model Validation



Model Validation



Seasonal Circulation in Irish Sea



■ Winter

- Strong Northward flow of Tc-99 along Scottish coast and exits through North Channel
- East coast of Ireland remains unaffected

■ Spring

- Southward flow develops in April and gradually becomes stronger
- Currents advect plume down the Irish coastline

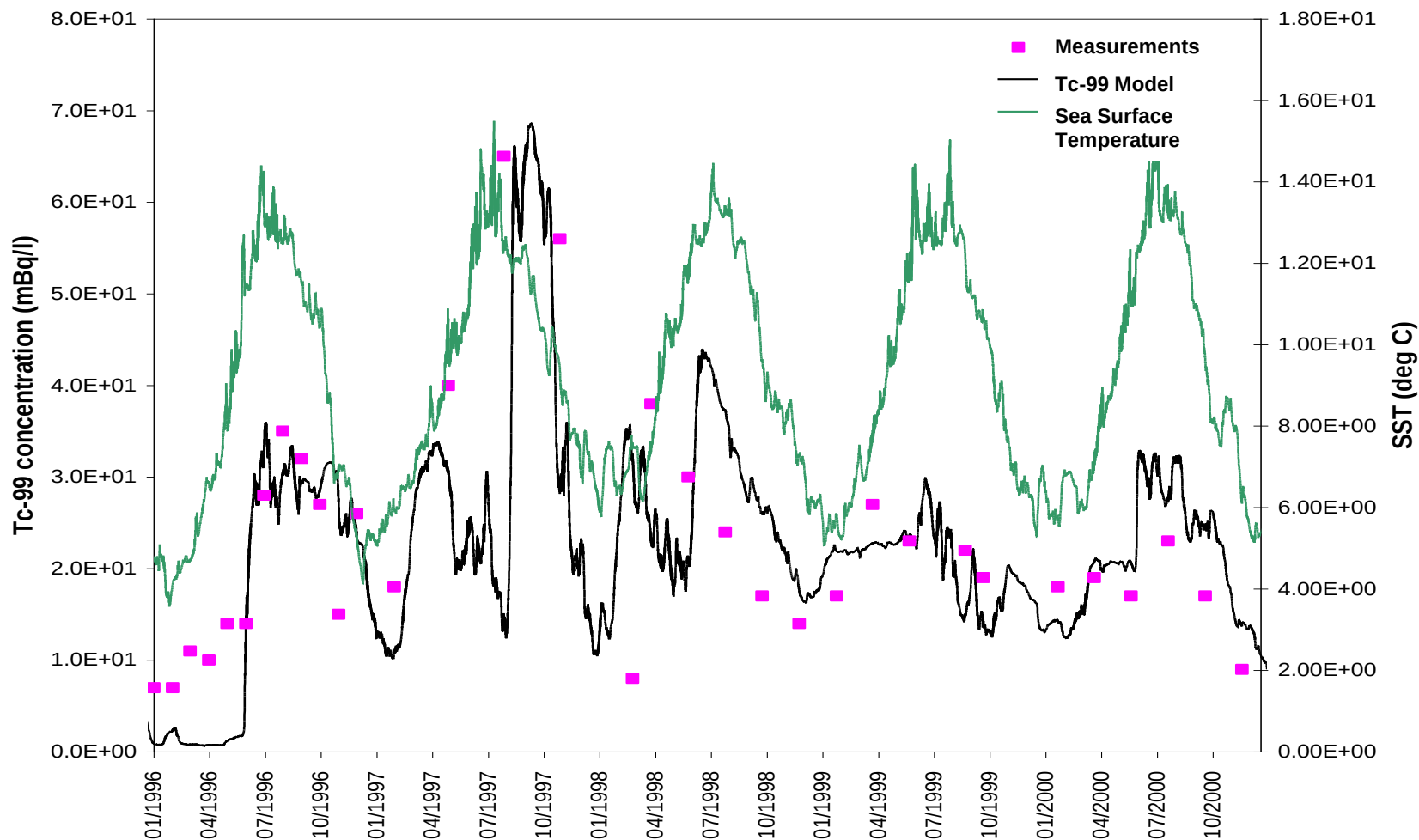
■ Summer

- Southward flow gets stronger

■ Autumn

- Southward drift reduces due to Western Irish Gyre (WIG) collapse
- Northward flow develops and increases in strength

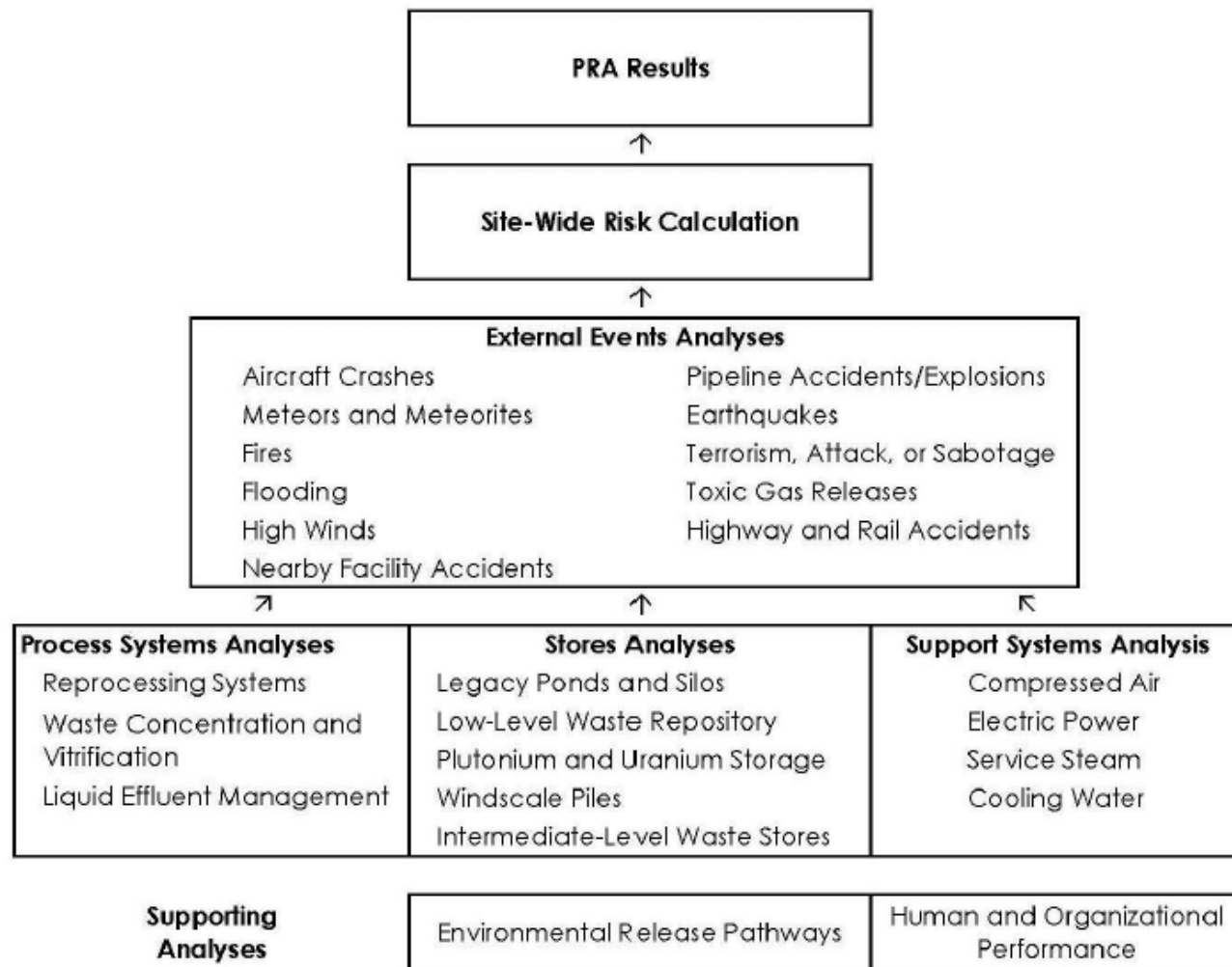
Western Irish Gyre



Probabilistic Risk Assessment (PRA)

- Irish Government commissioned an assessment by a team of independent experts to determine potential risks to Ireland associated with Sellafield.
- Questions:
 - What types of incidents could cause damage that would release radioactive materials?
 - What is the likelihood of those incidents?
 - What are the consequences to Ireland?

PRA Methodology



PRA Results

Incident	Impact on Ireland
Problems such as minor equipment malfunctions or human error possibly leading to releases of radioactive materials that remain inside a facility	No observable health effects in Ireland; continued vigilance by the Irish Government to understand the implications of problems at the site
More serious equipment malfunctions or compounded human errors leading to significant releases contained inside a facility, with potential injuries to site personnel	No observable health effects in Ireland; continued vigilance by the Irish Government to understand the implications of problems at the site
Explosions, fires, and other incidents that result in significant releases within the Sellafield Site and possibly injuries or death to site personnel	No observable health effects in Ireland; possibly perception by the public that risks to Ireland have increased
Incidents such as earthquakes that affect only one facility and release limited quantities of highly concentrated radioactive liquids or concentrated radioactive materials; effects limited to areas near the Sellafield Site; possibly injuries or deaths among site personnel and adjacent populations in the UK; possible runoff to the Irish Sea	No observable health effects in Ireland; possibly significant socioeconomic impact for Ireland in terms of tourism and perception of contamination of food supplies and fisheries; possibly significant increased radiation level monitoring by Irish authorities
Severe incidents such as earthquakes that damage multiple facilities and that release highly concentrated radioactive liquids or moderate quantities of intermediate-activity materials; protective measures required near the site to prevent health effects there; contamination of the Irish Sea near the UK	No observable health effects in Ireland; possibly significant socioeconomic impact for Ireland in terms of tourism and perception of contamination of food supplies and fisheries; possibly major increased radiation level monitoring by Irish authorities
Very rare severe incidents such as impacts by meteorites that disperse highly concentrated radioactive materials or release large quantities of intermediate-activity materials; health effects in the UK adjacent to the site, including fatalities; releases into the atmosphere, with subsequent dispersion and dilution	No observable health effects in Ireland; possibly major socioeconomic impact for Ireland in terms of tourism and perception of contamination of food supplies and fisheries; possibly prolonged major increased radiation level monitoring by Irish authorities

**< 30% chance
in next 100
years**

**16% chance
in next 100
years**

**0.5 % chance
in next 100
years**

**0.02 % chance
in next 100
years**

Summary

- Discharges from Sellafield the most significant source of artificial radioactivity in the Irish marine environment
- Current discharges are significantly lower than those in the past
- Remobilisation of radionuclides from sediments now a significant source
- Dose to Irish population arising from discharges is very low
- Spatial and temporal distribution of radioactivity in Irish Sea is well known
- Any incident in Sellafield would have no observable health impacts on the Irish population

**Thank you very much
ありがとうございました**

では早速ですが、最初のご講演をお願いしたいと思います。最初のご講演はプロフェッサー Kevin Kelleher さんでして Environmental Protection Agency、アイルランドにある環境保護局から来てくださいました。簡単ながらですが Kelleher 先生のご紹介をしたいと思います。

Kelleher 先生は 2005 年、アイルランドダブリン大学大学院でラドン健康影響、疫学調査を行いまして博士号を取得されました。その後、アイルランド環境省の放射線防護局で働かれて、失礼しました。2009 年からは環境放射線モニタリングの総監督者としてご活躍されています。また放射線測定、放射化学分析、線量評価や海洋のモデリングに関してもご経験が豊富でいてらっしゃいます。現在は欧州委員会アイルランド代表として欧州放射線生態学同盟のメンバーでもおありになられ活躍されています。もちろん福島県内におけるさまざまな放射線汚染、それから生態影響に関しましても IAEA のプロジェクトに参加されてご活躍されております。それでは発表していただきます。

B：ご紹介ありがとうございます。また本日は、このような会にご招待いただきましてありがとうございます。さて、ここではセラフィールドでは何が起こったのか、放射性物質の環境への放出ということについてお話をしたいと思います。70 年以上にわたってこちらでさまざまな活動が行われているんですが、それについて全てお話をする時間はありません。ちょうどまたご質問の部分で何か内容についてのご質問がありましたらお受けしたいと思います。

まず発表の内容ということですが、まずは全体像ということでセラフィールドのサイト、どんなサイトであったのか。そしてどのような放出が起こってきたのかということについてお話をします。＝ついて＝私たちのモニタリングプログラム、EPA でどんなことをしているのか、セラフィールドではどんな形でモニタリングをしているのか、またはどんな測定法を使っているのかということについてお話しします。その上で、どのようなデータがあったのか、またこれまでの 30 年以上にわたっての線量評価の結果についてお話をします。さらに海洋への放出モデルというのを使っているんですが、その結果についてお話をします。最後に、このアイルランドの政府のほうから委託を受けた研究の結果についてお話をしたいと思います。そして最後のスライドということでキーポイントを皆さんにご紹介して終了としたいと思います。

まずセラフィールドのサイトということですが、こちらは英国、イングランドの北西海岸に位置するカンブリア州に位置しているものです。全体では 6 平方キロの大きさなんですが、大体 1 万人程度●しています。このセラフィールドということですが、アイルランドの私たちの北東の海岸から 180 キロぐらいの所に位置しています。これはちょうど●の北、アイルランドの端の部分からご覧いただくと、このような距離ということになります。海中への放射性物質の放出ということについて、これが一番大きな要素となっているということについてお話をしたいと思います。きょうは、この部分では特に、基本的にはアイルラン

ドの海洋環境における最大の人工放射性核種の放出源である所の液体の部分に焦点を当てていきたいと思います。こちらでは空中も、大気中への放出もあるんですけども、風向きが違って私たちのほうへは来ませんので、液体の低レベル放射性廃棄物について焦点を当ててお話をしたいと思います。

セラフィールドが現在どんな活動を行っているのかということですが、まずは核燃料の再処理工場があるということ、そしてこの使用済み燃料の貯蔵施設があるということです。こちらは 1940 年ぐらいから始まったんですが、そのときには英国の政府のほうでは核兵器の施設としてこちらを動かすということが中心でありました。そして 2 つウィンズケールのファイルがあったんですが、こちらが 1950 年から始まりました。そのときに兵器級のプルトニウムを製造していました。しかしながら火災が起こって、その結果、閉鎖に至ったということです。このウィンズケールの火災によって、かなりの放射性物質が飛散するという結果となりました。

00 : 15 : 05

同じサイトなんですが、世界初の商業発電が開始されたことでも有名です。コールダーホール原子力発電所です。こちらの最後の原子炉が 2003 年に操業停止を迎えました。この 1950 年代に実は再処理も始まっているんですが、こちらは 2 つの処理工場があります。ソープとマグノックスの 2 つ、そしてその両方ともに 2020 年までには閉鎖という形となっています。ソープとマグノックスにおいては高中低レベル廃棄率、全てを扱っているんですが、高レベルについては高レベル廃棄物の「ストレージサイト」のほうに持って行って、その上でガラス固化を行う。そして中間と中レベル、低レベルについてはオンサイト、あるいはオフサイトで処理をしていくという形になっています。

こちらをご覧くださいましょう。ソープについてはどうなっているのかということで、処理の仕方が出ています。まずは、この搬入されていくというところ始まっていきます。使用済み燃料が搬入されてくる。そしてその上で今度は冷却、池の中で、冷却池の中で何年か貯蔵します。その上で今度は細かいピースに切り分けて行って、その上で硝酸の中に持っていくということです。そしてそれは、今度は●を入れて行って、その上でプルトニウムとウランの両方に別々に分けていくということです。その●については、これは高中レベルの廃棄物ということになります。これが硝酸の中に入っているものです。高レベルについては「ハスト」の中に入れていくと。そしてまたそれが最終的にはガラス固化されていくということです。中レベルについては中レベルのストレージタンクのほうに持っていくということです。そしてその次に今度は●アクチニド除去プラント、EARP のほうに持っていくということです。ストロンチウム、セシウム、アメリシウム、プロチウム、テクネチウムについては、こちらで除去されていくということになります。ですからそれが出た後には、もうこれは低レベルということになります。こちらでご覧のとおりですけども、こちらは「1914」年が。こんな形ということです。2014 年における状況がこちらです。以前は 100 倍、1,000 倍の大きさだったんですが、基本的には、1952 年の場合にはトータルでは 370 テラ

ベクレルであったということです。そしてこれについてはアイリッシュ海に放出されるものが以前は非常に大きかったということです。これがかなり少なくなっているんですが、こちらでは処理する燃料の種類も変わってきたし、貯蔵の期間と性質も変わってきたということです。

こんな形でどのように変化があったかということをご覧いただきましょう。セシウム 137 です。1952 年からどんな形かということをご覧いただくことができます。そして 1952 年から 60 年代の初め頃ということになります。ご覧のとおりセシウム 137 については、この 1970 年前まではかなり低かったんですが、その後、処理能力が上がるに従って非常に大きくなっているということが分かります。そしてその上で今度は 70 年代から 80 年代にかけて減っているということが分かります。こちらでは中レベルの放射性物質、あるいは冷却液等について、それをそのまま廃棄していたのをやめたからということになります。そしてその上で新しいイオン交換排液プラントができたということです。こちらによってセシウムを減らすことができたということになります。ですから今日における排出量というのは非常に少ないということが分かります。アメリカウム等について見てみますが、こちらで、これは 50 年代、60 年代、70 年代、80 年代と下がってきているということが分かります。こちらでも EARP ができたからということです。●のプラントができていたからだということになります。95 年に、またこの部分が下がっていることが分かります。これはさらにこの●を取るためと、取ることができた。その前の部分っていうことは●ができたからということなんですが、それに加えて EARP によって減っているということが分かります。こちらは大体ほぼ同じぐらいなんですが、●95 年ぐらいには上がってくるということです。これは何かということですが、こちらでも EARP が作られたからということになります。そしてそれができたときにはかなりたくさん再処理をしなければいけない、するものが必要であったわけなんですが、これが一番最初に出てきますと、最初の段階ではテクネチウム 99 を処理することができないものであったわけです。ですから EARP が稼働してからしばらくの間は、これがまだ高いということが分かります。この部分までずっと高いんですが、ところが 2005 年の段階においてさらなるステップができて、そして EARP の中でも効果的にテクネチウムを除去することができるようになったということです。ですから 2006 年以降についてはテクネチウム 99 についても下がっているということが分かります。

00 : 19 : 59

そこで、この中でどのような形でモニタリングを行っているのかということですが、70 年代から EPA と、その前身がモニタリングを始めました。そしてアイルランドの海洋環境について、このセラフィールドからどのような放出が出ているのかということについての調査を行っていきました。こちらでは時系列的に、またさまざまな地形を見る形で見ていったということです。海水、海藻、魚介類、そして堆積物に関しての確認を行ってしました。これコースラインを見ていったということですが、その際にセシウム 137、プルトニウム 237、238、プルトニウム 239、240、アメリカウム 241、トリチウムと =TC99= というこ

とです。モニタリングが行われていますが、こちらはアイリッシュ海の北東で測定されていることが分かります。特に海水と堆積物については＝ベラガン＝とアイリッシュシーで見ているということです。それから海藻についてはベラガンと＝ウッドストーン＝、＝サルティル＝、さらに＝ケリバッグ＝で見たということが分かります。そしてさらには漁港があるんですが＝クローゲンヘッド＝、キルモアキー、＝ゲルウェイ＝、そういった所で、さまざまなこのような魚介類に関しての調査を行っていったということです。このような形で調査を行っていった。最終的に、どんなものになったのかということが出ています。こちらでは非常に分かりやすいプロセスということになります、スペクトルメトリを使っていくということです。そしてその上でまず均質化を行って行って、そしてセシウムを抽出していくということです。こちらも●の樹脂を使っていくということです。そして HPGe の●を使っていきます。アクチニドに関してはプルトニウムとアメリシウムをそれぞれ堆積物から取っていきます。●を使っていくということです。それからセシウムということですが●を使っていくということです。そしてこれは、もうもともとインサイトするということではなく外に出しているということです。このようなものがいろいろあるわけなんです、しっかりと目的に合った形の測定があるかどうかということを考えていきます。この分析をしっかり早いスピードで行っていく必要があるということは非常に重要な要素です。

それから 2011 年にはこれについての確認を行っていたということです。これについて少しお話をしていきたいと思います。こちらのフローチャートをご覧くださいますが、こちらはアメリシウムとプルトニウムに関して見ていったものです。こちらは魚介類、両方に関して見ていくものです。まず均質化を行って行って、そしてこれをこの近代的な装置のほうに送っていくということです。そしてその上で今度は最終的なサンプルを次のカラムのほうに送っていきます。●カラムと TEVA のカラムのほうに送っていきます。そしてプルトニウムは、こちらは TEVA のカラムのほうに放置されます。理屈としてアメリシウムが DGA のカラムのほうに放置されるということです。このカラムは今度は別々に分けて、プルトニウムは今度は TEVA のカラムから分離されて電着されていきます。そしてアメリシウムは DGA に入っていると言いましたけれども、こちらと同じようなプロセスを取って精製をしていきます。最終的には、また電着を行っていくということです。●を使っていくということです。そして最終的に今度は北東の海岸から取ってきたものを見ていくわけなんです、こんな形で非常に面倒な手続き、手順を踏んでいるように見えますが、これによって確認を取っていくことができます。このテクニックを見ていくということですが、例えば緊急事態ということだったならば 1 日の間に 8 つから 9 つ、10 ぐらいのサンプルを見なくてはいけないということで、放射化学のプロセスを、それこそ 1 日中使って一晩のうちに確認をすることができるようにはなくてはならないということになります。

こちらがその結果なんです、●モニタリングを行っていった結果をご覧ください。まずセシウム 137 の海水における状況ですが、かなり減っているということが分かります。こちらで 1993 年から 2000 年辺りまで大きく減っている。その後は横ばいとなっているこ

とが分かります。こちらの環境で、この中で放出が減っているということが分かります。セシウムがどんどん放出が減っている。この部分ですが、今度は基本的には●ということで、もともと堆積層に入っていたものが、また●されて出てきているという状況を示しているということで、この部分は将来にわたって大きく減るということはある程度考えられないということです。こちらで大体 10 ミリベクレルぐらいのレベルで、これからもとどまるだろうということです。

C : 生物層についてですが、2013 年です。セシウム 137 が、あらゆる生物で検出されています。それからニテクシネウム = 99 はシーフード、海藻に見られます。ロブスターも、こういったものを蓄積すると知られています。プルトニウム、アメリシウムについては貝で見られます。●であるからです。

00 : 25 : 02

テクネチウム 99、海藻における濃度ですが、継続的に見ています。90 年代中頃まで比較的低かった。それが急激に上昇した。放射能濃度が上昇した。これはおよそ●テクネチウム 99 のピーク放出の 5 年後です。それから 2005 年辺りにも上昇していますが、ピークの放出が 2005 年にあったということを反映しています。放射能濃度は 94 年、以前のレベルにありがたいことに下がっています。

昨年、海藻それから海底土のサンプルを福島沖で取る機会がありました。比較してみます。セシウム 137、134、プルトニウムと比較してみます。セシウム 137 に関してはアイルランドと福島とほぼ同じ。プルトニウムの濃度に関してはアイリッシュ海のほうが高い。福島よりも優位に高いという状況です。それは何を意味しているか。アイルランドの公衆に対する線量●線量の推定を行ってきています。魚介類を食べる消費者の線量です。これはアイルランドの一般公衆ということですが徐々に低下しています。過去 30 年間、線量は減少しています。82 年と比べてわずかです。全体的な線量、一般的な公衆は、もうほとんど無視し得るレベルです。そしてその多くはラドン、トロンのガスへの暴露から来るものということなのです。この人工放射能に関しては、これは非常に低いと。30 マイクロシーベルトぐらいということで、定年の放射能、自然放射能と比べても無視できるレベルであります。

では海洋拡散モデリングについてテクネチウム 99 の放出が増加したということです。それをモデル化しました。でもテクネチウム 99 というのは非常に長寿命で、そして半減期も長いということで、海洋に長くとどまるということで、その拡散を研究しました。それでこのアイルランドの東海岸、どのように動くか、そしてこの経年、それから季節感の変化などを見ました。それから気象条件の影響も見ました。これは 3 次元、静力学モデルを作りました。プリンストン海洋モデル、これを基にして、そしてアイルランド国立大学が開発しました 4 キロのグリッドを 110 掛ける 147 のセルで見ました。そして 3 次元のこの海流、潮汐、風、これを北大西洋潮汐モデルを基に評価しました。それから温度と塩分濃度はマックス・プランク研究所のモデルを使っています。それから気象データについては欧州中期予報センターのデータを使っています。テクネチウム 99 で、このモデルの妥当性を検証していま

す。実際に海水から取ったサンプルと比較しています。93 から 99 年までの比較をしていますが、あんまり見えないと思いますけれども、この海水での測定結果が上、そしてモデルの推定が下、比較的よく一致しているということが分かります。100、200 ミリベクレルパーリッターとなっています。このモデルも実測値もほぼ同じです。

これはこのアイルランド東海岸のある地点で測定したものです。そのサイトの測定データ。これがモデルの予想です。●多少のタイムラグを持って大体一致していると言えます。このモデルの妥当性を検証した後、アイリッシュ海の水の循環を見ました。冬にはテクネチウム 99、スコットランド沿岸を北に流れていく。そしてノース海峡に抜けていくと。春になると海水温度が上がって今度南向きの流れが強くなってくる。4 月以降どんどん強くなっていく。そしてプルームが南に移動してくると。そしてこの渦が出てくると。反時計回りに、この辺りにですね。＝アイルオブマン＝という島がありますけども、その辺りで渦ができます。そしてその放射能が東海岸を下りてくると。夏になって、この海水温度が上がってくるとそれが強くなってくる。秋になって温度が下がってくると、その渦がなくなって、そして北向きの流れがまた生まれてだんだん強くなっていくと。ということで、このセラフィールドからの拡散に関しては、アイルランドの東海岸に来るかどうかなというのは、それはいつかということによって決まってくるということです。

00 : 30 : 05

夏には増えるということが分かっているわけです。この夏には 28 日間で東海岸に到達するということが分かっています。こちらはその渦の影響を示しています。われわれのモデル、それから測定の結果です。緑が海水温度、これが上がっていくとテクネチウム 99 の放射能濃度も上がっていくということが分かっています。アイリッシュ海においてということです。

では最後にアイルランド政府が 2006 年に委託した調査研究ですが、これは、この評価を国際的な専門家に委託したもので、アイルランドにセラフィールドがどういうリスクがあるかということの評価しました。どういった事象が起きたならば放射性物質の放出があるか。その可能性はどれぐらいか。アイルランドにどういう影響があるかということを見ました。独立した立場の専門家は確率論的リスク評価を行いました。PRA です。PRA とは何か。確率論的リスク評価ですけれども、その中ではここに書かれているようなさまざまな要素を考慮します。数値モデリング、計算、それから専門家の判断を組み合わせ、その結果、どういった事故がセラフィールドで起き得るかということを考え、その可能性を計算しています。かなりの時間をかけて、この研究を行いました。そしてアイルランドと英国政府の間での話し合いがあって、専門家がこのサイトにアクセスできるようにしました。サイトで実際にスタッフに話を聞いて、そして安全情報についてもアクセスが得られました。そして 2011 年、その結果を公表したわけです。

その結果をまとめたものがこちらです。PRA の結果です。緑、青、黄色、赤で示しています。緑の所は全く影響がないと。赤は、かなり大きな影響がアイルランドに対してであると

ということです。重要なことは、あらゆる種類の事象に関していろいろと検討されていますけど、どんなことが起きてもアイルランドの公衆に対しての大きな健康影響はないということです。ただその右下のほうに来ると英国の公衆には健康影響が出てくるということです。赤の所、健康影響はなくても社会経済的な影響は大きくなるということです。というのは食料品が汚染されているというふうに見られるからです。農業というのはアイルランドにとって非常に重要で 250 億ユーロぐらいありますので、こういった事象が起きたならば経済に大きな影響が出るということです。しかしこういったことが実際に起きる確率というのを見ると非常に低いというところから極めてまれであると、起こりにくいという範囲にとどまっているということです。

もう 1 枚のスライドでまとめます。セラフィールドからの放出というのが、このアイルランド周辺の海洋環境における最大の人工放射エネルギーであると。そして現在の放出は過去よりも低いと。そして海底土からの再移動というのが今、大きな放出源になっていると。そのセラフィールドからの放出ではないということ。そしてアイルランドの公衆に対する線量は非常に低い。そしてアイリッシュ海における空間、時間的なこの放射能の分布はよく知られていると。そしてセラフィールドで何かがあってもアイルランドの公衆に対しての健康に影響はないということでありました。ありがとうございました。

B：ありがとうございました。●のタイトルを紹介するのを忘れました。

司会：発表していただいてしまいました。申し訳ありません。ちょっと緊張しておりました。それではディスカッションの時間となりましたので何かご質問、それから意見などありましたらお願いします。恩田先生。

恩田：日本語をお願いします。皆さんも、できれば日本語で聞いていただいたほうがいいと思いますんで。セシウムの流出を見ますと 1973 年に 5 ペタベクレルですか。5,000 テラベクレルくらい出ていると。

00 : 35 : 03

なのですが、そうするとセシウムの測定、海水中のデータですね。1993 年の値から出ていますが、その濃度が、＝ソース＝の量が大体 500 倍ぐらいあったんですね、1993 年と比べると。そうすると海水の濃度がそのとき 500 倍ぐらいあったわけでしょうから、例えば 10 ベクレルパーリッターぐらいとか。最もセラフィールドからの流出が多かったときですね。

B：ということは海水が 70 年代のときの●濃度がどの程度だったかっていうご質問ですね。

恩田：そうです。

B：海水の濃度、1970 年代における放射能度について確認をしなくてはいけないんですが、恐らくそれについては確認後にご紹介ということでよろしいでしょうか。

恩田：そうすると、放出量から考えると、そうすると当時はもうちょっと生物も高かったと予想されるわけですが、その場合も 500 倍とかそれぐらいの濃度だったんですか。

B：そうです。

〇〇：英語でもいい？ 日本語で聞くと、ちょっとでも。

C：英語でよろしいでしょうか。セラフィールドは、海洋に対する放出という意味では最大規模だったということを文献で示されています。41 ペタベクレルというのが 50 年間での●だったということですが、基本的な質問ですが、その事故、元の事故、●で起きたと。この事故、冷却ができないと。＝ワグナー＝熱が発生したときに冷却できないということだったと思うんですが、なぜそういった事故が長期的な漏出をもたらしたのか。どういった事象が実際に発生していたのか。恩田教授も今聞いていましたけど、なぜ海洋への放出が起きたのか。即時にではなくて長期間にわたって放出された理由は何なのか。それからこの原子炉の廃止措置というのがあって、それによって流出量が増えたのかということを知りたいと思います。

そういった情報をお持ちかどうか分かりませんが、おっしゃっているのは●放出量の増加ですね。これはマグノックス炉、マグノックス再処理工場が操業を始めたということの影響です。その前、処理は少なかった。しかしマグノックス炉が、マグノックスプラントが開始された後、放出量が上がったわけです。この中濃度、それから冷却水を排出しなかったらばこんなに上がらなかった。ということは、その操業の結果ということですね。そうです。

B：こちらはテクネチウムのデータを見てみますとこんなふうに出ています。そしてまたテクネチウムの海藻についてもこんなふうに見えるんですが、ピークが 1995 年ですね。海藻の場合は 2000 年ぐらいと。これはどういうことでしょうか。少し遅れが出ている。

00：40：01

蓄積が起こっているために、こんな遅れが生じているということでしょうか。

これは私たちアイリッシュ海のほうで測定したわけなんですけど、徐々に上がって行ってこの部分まで来ているんですが、こちらはダブリンのちょうど北のほうにあります東のほうの海岸であるということです。テクネチウムが生体内の蓄積で、ここまで来ているのだというふうに見えています。

でもこれは、距離はどのぐらいになりますか。

そうですね。このセラフィールドから 220 キロぐらいの距離だったと思います。それについてですが、このほとんどのテクネチウムについては北海のほうにできていくということになりますので、そしてそれが、このアイルランドの東のほうに来るにあたっては少し時間がかかっているということだと思います。つまり生体内蓄積が起こることによって、夏のみこれが起こっているということです。

D：ちょっと 2 つあるんですけども、今の●に関するとところなんですけど、セディメントが今の現状のソースになっているってことなんですけど、そのセディメントは基本的には●から来ているのか、それとも過去の粒子状物質の排出によるのかっていうの、なんか解明されているのかっていうのが 1 点。もう 1 つは 70 年代にシーフード経由でアイルランドの方のドーズっていうか暴露量とか推計されているデータとかあるのかを教えていただければと思います。

C : まず1つ目の質問、セディメントの測定に関しては、これはアイリッシュ海で行っておりますが、海藻ではなくて海底土自体を測定しています。ですからそこからのサイトです。この線量の評価というのは80年代からしか始まっていません。ですので、公衆に対する線量の推定はありません。ただ英国のほうではそれよりも前からやっています。30 マイクロシーベルトというような数字が英国のほうでは、UK のほうでは出ています。

B : マイクをお使ください。マイクをお願いします。

失礼しました。私がちょっと誤解をしたのかもしれませんが、セディメントというのは、つまりこの堆積層というのが、これが粒子ということで●とかそういうことではないですよ。

そうです。

マイクをお願いします。マイクがないと通訳のほうに入りません。

司会 : すいません、じゃあこれでいったんお願いします。

〇〇 : それじゃあ日本語で。

〇〇 : セディメントにいつているパーティクルは、基本的に施設から放出された粒子という理解でよろしいですか。

B : そうです。

E : 今の非常に面白い話ありがとうございました。確かに1970年代に大量の放出があり、いろんな処理の能力も上がって劇的に海への放出量っていうのは下がってはきたんですけども、このアイリッシュ海っていうのは、全体の放射能っていうのはどのようになっているんでしょうか。例えばアイリッシュ海全体の放射能が半分になるのにどれぐらいの時間がかかるような感じになっていますか。

B : 分かりませんというのが正直な答えです。

E : 今こういうふうな感じでモニタリングなさっていますけども、将来を見たときに、どんな研究がさらに必要であるとお考えでしょうか。

B : そうですね。私たちがこれまでやってきたのはアイルランドの国民に関する被線量評価だったんです。こちらの線量というのは、基本的にはアメリシウム、プロチウム、そしてセシウム137ということになるんですが、こちらは将来にわたってどんどん下がってくるということになります。

00 : 45 : 04

特にプルトニウム、アメリシウムについて下がってくるということで、セシウムについても少し下がっているんですが、プルトニウム、アメリシウムについては下がっていないと。下がらないと。それほど大きくは下がらないということになります。

E : どうもありがとうございました。

司会 : 他にありますでしょうか。研究者の方でなくても、一般的な質問でも、分野の違うところからきてくださっている方もいらっしゃると思うので、どんな質問でも。お願いします。

C : いい話ありがとうございました。＝リーモビライゼーション＝と、この堆積物からのセ

シウムの再移動ということを行いました、これは物理的なプロセスなのか科学的なプロセスなのか、その組み合わせなのか。

物理的なプロセスです。動物が入って、そして砂を巻き起こす、あるいはこの暴風、あるいは嵐などがあって砂が巻き上がるというような形です。アイリッシュ海では 2 つの大きな●があります。プルトニウムの、あるいはアメリシウムの多くはこの辺に堆積しています。この辺りは比較的浅いんです。そうすると嵐があると、高波があるとアイリッシュ海に、またはその堆積物から●セシウム、アメリシウムが出てくると。そしてそれがまた流れていくということになります。

司会：ありがとうございます。他にありますでしょうか。じゃあ＝アオノ＝先生、お願いします。

アオノ：大変な貴重な講演ありがとうございました。2014 年の液体の放出量の中でストロンチウム 90 の濃度もセシウムと同じレベルの濃度が放出されています。しかし海産物の濃度のテーブルの中にはストロンチウム 90 の濃度がありません。また線量評価の中に、ドーズアセスメントの中にもストロンチウムが、90 が含まれていませんが、こういったところでのストロンチウム 90 の占める割合は、どのようにお考えになっているのでしょうか。

B：実はストロンチウム 90 についてはモニタリングをしていません。魚介類に関してアイリッシュ●見ていません。プルトニウムのほうが関心が高かったので、ストロンチウム 90 については、例えば食料について見ています。食品に関してこの辺、例えば牛乳とか加工品などで見ております。その濃度については食品のサンプルだけで見ているんですが、大体は検出限界以下ということですので、そのような形でモニタリングプログラムでは魚介では入っていません。

司会：ありがとうございます。他にありますでしょうか。恩田先生、お願いします。

恩田：すいません。1970 年代にこだわるんですが、これだけセシウム等がセラフィールドから流れてきたということは、イギリス政府からアイルランドのほうに連絡とかあったのでしょうか。

C：ありませんでした。両国政府間の対話ということについてはほとんどありませんでした。そういうのが始まったのは 99 年、2000 年頃です。アイルランド政府のほうが英国政府を国際海洋法条約で訴えるということを出して、ようやく対応が始まった。そしてようやくセラフィールドのさまざまなデータにアクセスできるようになった。それまでは全くなかったという状況です。でも今は両国間の関係なかなかいいです。この英国の原子力の規制当局、それから環境当局とも毎年会っています。北アイルランドの当局とも毎年会っています。

司会：ありがとうございます。他にありますでしょうか。

00 : 49 : 57

それでは後で総合討論もありますので、これで Kevin 先生のご講演、すみません、Kelleher 先生のご講演を終わりにしたいと思います。ありがとうございました。