일본 원전오염수 관련 전문가 초청 강연회

日本の原発汚染水に関する専門家招請講演会



일시 2019년 5월 24일(금) 오후3시~6시
장소 민변 (민주사회를위한 변호사모임)
대회의실 (서울 서초구 법원로4길 23 대덕빌딩 2층)

최근 WTO가 방사능수산물을 먹지 않도록 한국측 손을 들어 주었지만, 원전오염수 대량방출 문제는 여전히 남아 있습니다. 2013년부터 원전 오염수를 바다에 배출해오던 일본정부가 이번에는 대량으로 버리겠다는 뜻을 굽히지 않고 있다고 합니다. 먹이사슬에 의해 우리 밥상에 오를 해산물은 엄청난 스트레스입니다. 방사능은 몇 만 년을 갑니다. 일본내에서도 일본정부를 비판하는 전문가들이 있습니다. 이 분들을 모시고 그 상세한 이야기를 듣고자 합니다.

▶ 연사1. 마키타 히로시(牧田寛)
- 원전관련저술가, 전 고치(高知)공과대학 강사
- 전 콜로라도대학 객원교수

▶ 연사2. 고토 마사시(後藤政志)
- 원전엔지니어
- 전 도시바(東芝) 원자로격납용기 설계자

공동주최 민주사회를위한 변호사모임 환경위원회
'한국탈핵에너지학회' 창립준비위원회

후 원 생명·탈핵 실크로드

日時 2019年5月24日 (金) 午後3~6時
場所 民弁 (民主社会のための弁護士会)
大会議室 (ソウル 瑞草區 法院路4路 23 大徳ビル 2層)

最近WTOが、放射能水産物を食べないでいいように韓国側に軍配を上げてくれましたが、原発汚染水の大量放出問題は依然として残っております。2013年から原発汚染水を海に排出してきている日本政府が、今度は大量に捨てるという意思を曲げずにいると伝えられます。食物連鎖により我が家の食卓に上る海産物は、実は途方もないストレスです。放射能は数万年間消えないのです。
日本にも、日本政府を批判する専門家がおられます。この方々をお招きし、その詳細を聞かせて頂くことに致しました。

▶ 講演者 1 牧田寛
- 原発関連著述家・工学博士.
元高知工科大学助教
- 元コロラド大学コロラドスプリングス校
客員教授

▶ 講演者 2 後藤政志
- 原発技術者. 元東芝原子炉格納容器設計者

共同主催 民主社会のための弁護士会所属環境委員会
韓国脱核エネルギー学会創立準備委員会

後 援 生命・脱核シルクロード

일본 원전오염수 관련
전문가 초청 강연회

일시: 2019년 5월 24일(금) 오후 3:00~6:00
장소: 민주사회를위한변호사모임 대회의실
공동주최: 민주사회를위한변호사모임 환경위원회/ '한국탈핵에너지학회' 창립준비위원회
후원 : 생명·탈핵실크로드

최근 WTO가 방사능수산물을 먹지 않도록 한국측 손을 들어 주었지만, 원전오염수 대량방출 문제는 여전히 남아 있습니다. 2013년부터 원전오염수를 바다에 배출해오던 일본정부가 이번에는 대량으로 버리겠다는 뜻을 굽히지 않고 있다고 합니다. 먹이사슬에 의해 우리 밥상에 오를 해산물은 엄청난 스트레스입니다. 방사능은 몇 만 년을 갑니다. 일본 내에서도 일본정부를 비판하는 전문가들이 있습니다. 이 분들을 모시고 그 상세한 이야기를 듣고자 합니다.

연사1. 마키타 히로시(牧田寬)
- 원전관련저술가, 전 고치(高知)공과대학 강사
- 전 콜로라도대학 객원교수

연사2. 고토 마사시(後藤 政志)
- 원전엔지니어
- 전 도시바(東芝) 원자로격납용기 설계자

식 순

시 간	제 목	내 용
3:00~3:10	인사말/환영사	**최재홍**(변호사, 민변환경위원장) **우희종**(서울대 교수, 생명탈핵실크로드 100인위원)
3:10~3:40	발제	마키타 히로시(牧田寬)
3:40~4:10	질의응답	
휴식 시간		
4:30~5:00	발제	고토 마사시(後藤 政志)
5:00~5:30	질의응답	
5:30~6:00	종합토론	참가자 전원

※ 순차통역: 서혜영(일본어 통번역가)

목 차

1. 발표자료(1) －마키타 히로시(牧田寬)
“The Tritium Water Problem of Fukushima Nuclear Disaster”
발표자료(일문+영문) …… 06
東京電力「トリチウム水海洋放出問題」は何がまずいのか？
その論点を整理する(일문) …… 24
도쿄전력 ‘트리튬수 해양방출문제’는 무엇이 문제인가?
그 논점을 정리한다(국문) …… 36

2. 발표자료(2) －고토 마사시(後藤 政志)
“福島原發事故による汚染水生成とトリチウム水海洋放出の問題”
발표자료(일문) …… 48
“후쿠시마원전사고에 의한 오염수 생성과 트리튬수 해양방출 문제”
발표자료(국문) …… 63
元原發技術者が「放射性トリチウム汚染水を薄めて海洋放出する」
方針を批判(일문) …… 78
전 원전기술자가 ‘방사성 트리튬오염수를 희석하여 해양 방출하는’
방침을 비판(국문) …… 81

1. 발표자료(1) – 마키타 히로시(牧田寬)

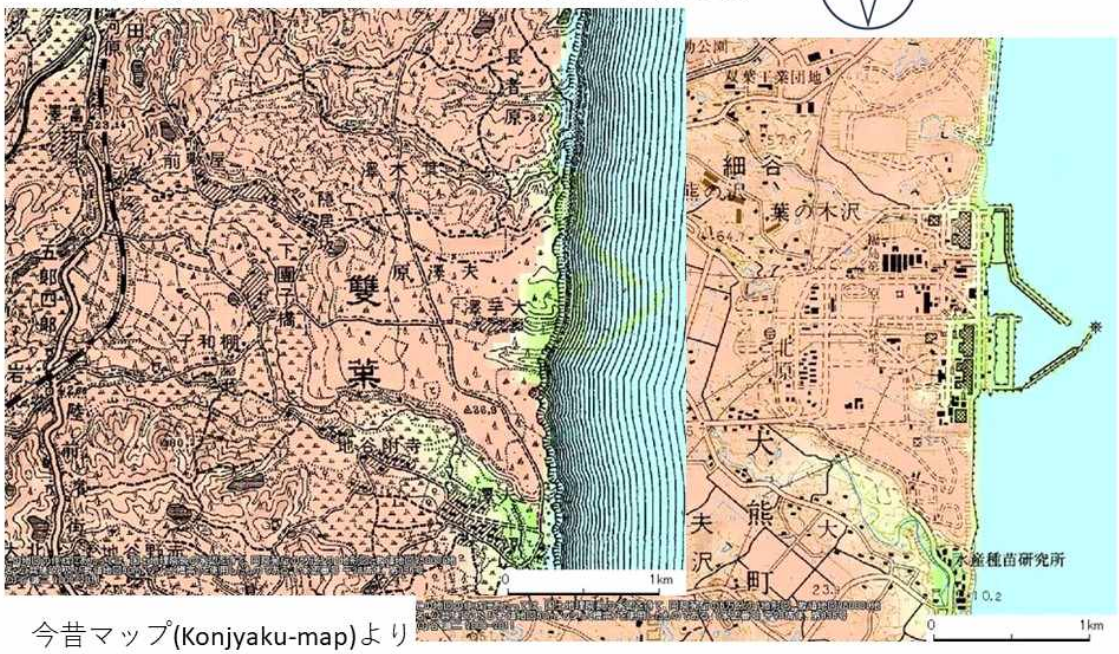
The Tritium Water Problem of Fukushima Nuclear Disaster

Hiroshi Makita Ph.D (Writer)
2019/05/24 Seoul

What is the Tritium Water Problem of Fukushima Nuclear Disaster?

1. In the Fukushima nuclear disaster, three reactors were meltdown. All three reactors were penetrated by the molten core, and the corium went out of the reactor.
2. Since the state of the corium is not known at all, water containing boron is constantly injected to remove heat from the corium and to prevent criticality.
3. The Fukushima Daiichi N.P.P is being constructed at the remains of the many small river, including Oimozawa, and the reactor is blocking the underground water vein. This groundwater is in contact with the corium.
4. Cooling water and groundwater are contaminated with radioactivity by contact with corium. The treated water after removal of radioactive elements except tritium from this contaminated water was called "Tritium Water".

Fukushima No.1 N.P.P Site 1901-12 and 1990-2008



今昔マップ(Konjyaku-map)より



Satellite View of The Fukushima daiichi N.P.P Site

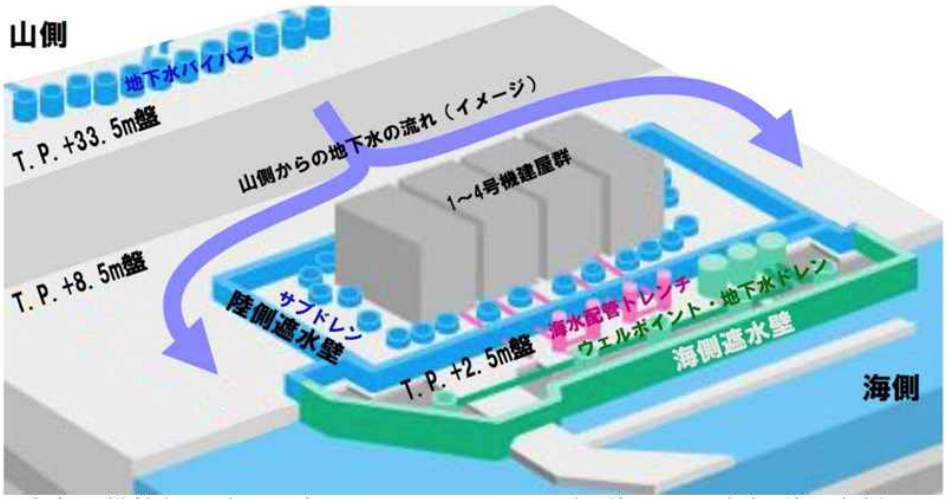


Google Map

2．汚染水により生じるリスクの低減対策について

3

◇ 事故直後から海水配管トレンチ等に溜まっていた**高濃度汚染水の処理を完了**（2015年）。
◇ **鋼鉄製の海側遮水壁の設置**により、汚染された地下水が海洋へ流出することを防止（2015年）。
◇ 建屋内部に滞留している汚染水を処理することにより、滞留水中の放射性物質量を削減（継続中）。
◇ 凍土壁とサブドレン等による予防・重層的な対策により、**汚染水発生量は**約540m³/日(2014年5月)から約220m³/日(2017年度平均)まで**低減**。（2020年150m³/日を目標）。

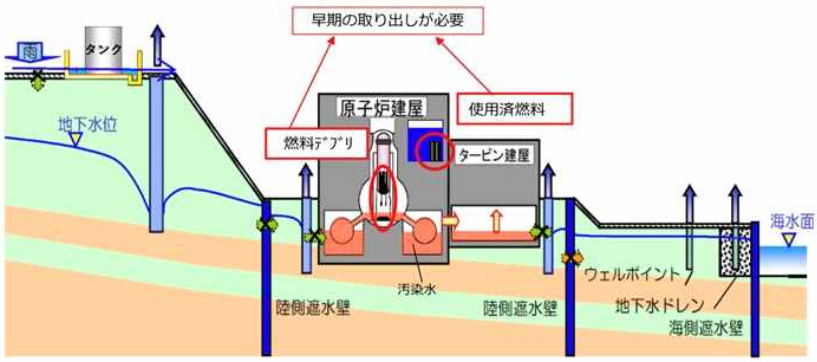


多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

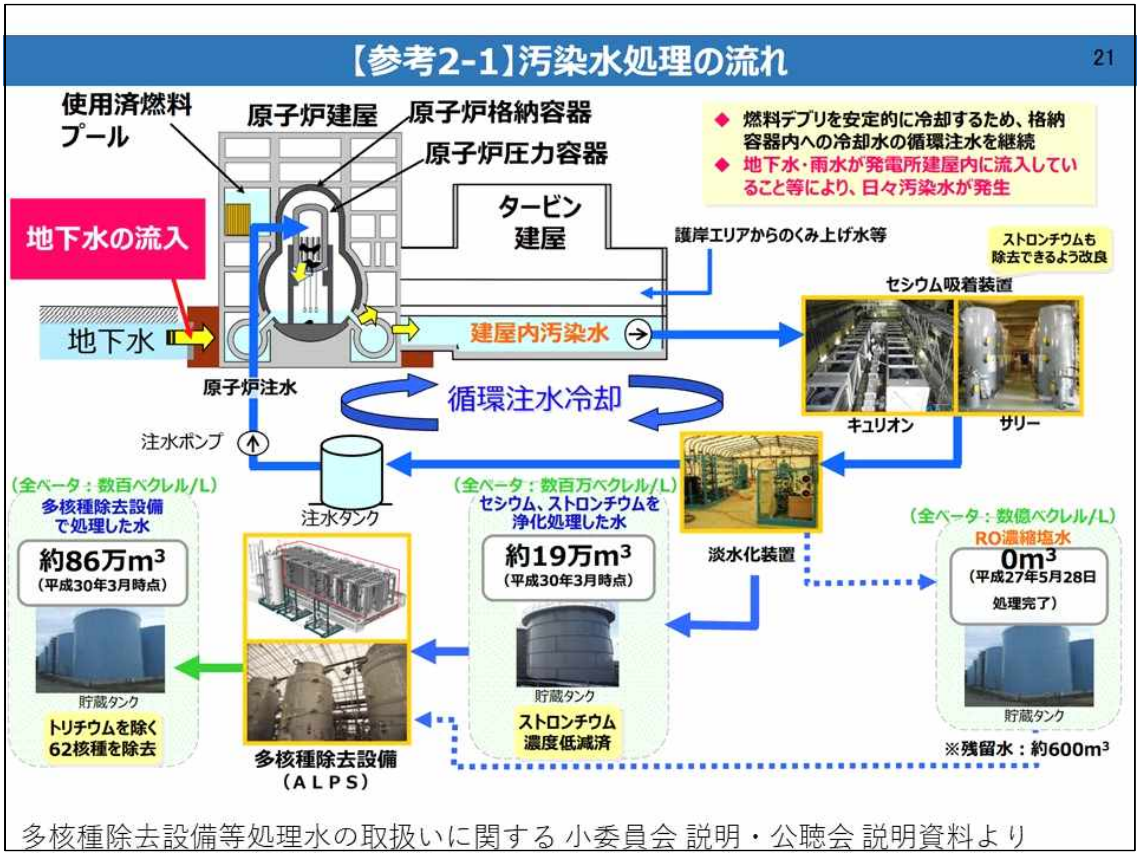
6．廃炉の進捗及びリスク低減のためのエリア確保等の必要性

7

◇ **燃料デブリや使用済燃料の取り出しなどを行うこと**により、発電所全体のリスクを低減させ、**将来の汚染水発生も完全に抑えられる**ようになり、廃炉が進捗する。
◇ こうした作業を進めるためには、**高台も含めた敷地内に、安定した一定規模の土地を確保する必要**があるが、タンクエリアの拡大などにより、**敷地の利用に制約**が出つつある状況。
◇ したがって、廃炉の進捗のためには、**燃料デブリや使用済燃料の取り出しなどの作業とALPS処理水の処分を同時並行的に検討していくことが必要**。



多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より



多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

What is the Tritium Water Problem of Fukushima Nuclear Disaster?

5. “Treated Water” has radio activity so storage in small tanks.

6. The number of tanks which storages “Treated Water” increases day by day.

7. TEPCO and MITI(経済産業省) say there will be no place to build a tank in a few years.

8. TEPCO and MITI had called “Treated Water” as “Tritium Water” from 2011 to the Summer of 2018.

9. TEPCO, MITI and NRA believe that unless the ″tritiated water″ is disposed of, the Fukushima Daiichi Stabilization Project will fail.

BUT!

"Tritium Water" has not only Tritium but also many radioactive elements exceeding environmental standards!

Many people think, "Tritium Water" is Fake! It is "Polluted Water"!

So recently, NRA says "Treated Water" and says "Treated Water" contains only Tritium and very small amount of radioactive elements less than environmental standards.

4．東京電力福島第一原子力発電所のトリチウムの現状

5

◇ 汚染水を浄化処理した**ALPS処理水**(取り除くことのできないトリチウムを含む)を**タンクに継続的に貯蔵**。
◇ こうしたタンクが増え続け、**タンクの設置エリアは発電所敷地の南半分の多くを占め**ており、現時点では、137万m³までのタンクの建設計画が策定されている。【参考3】
◇ 他方、北側は廃棄物貯蔵施設等の建設が予定されているなど、**タンクを建設するために適した用地は、限界を迎えつつある**。

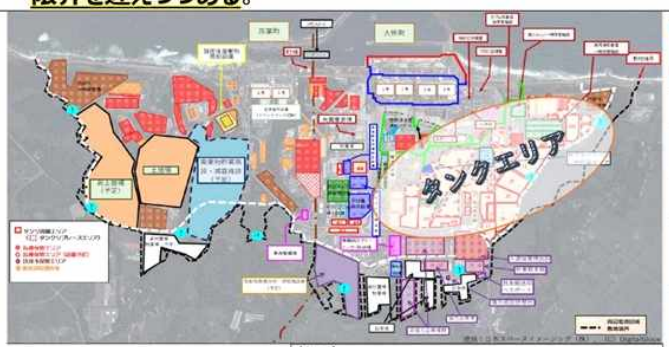


図　福島第一原発の構内図

構内のALPS処理水の現状 (平成30年3月時点)	
タンク貯蔵量	約105万m³
タンク建設計画	137万m³(2020年末)
ALPS処理水増加量	約5～8万m³/年
ALPS処理水のトリチウム濃度	約100万Bq/L（約0.02μg/L）
タンク内のトリチウム量	約1000兆Bq（約20g）

◇ **事故前は**、放出管理目標値:年間22兆ベクレル、規制濃度基準:６万ベクレル/リットル以下、で**海洋への希釈放出を実施**。
◇ **事故後は**、サブドレン※1、地下水バイパス※2のくみ上げ水にもトリチウムが含まれているが、**濃度を計測し、管理しながら希釈せずに海洋への放出**を行っている。(運用目標:1500Bq/L以下)【参考4】

※1　建屋近傍の井戸により地下水をくみ上げ、地下水位を下げることで、建屋への地下水流入や建屋海側エリアへの地下水流出を抑制。
※2　建屋山側の高台で地下水をくみ上げ、建屋近傍への地下水流入を抑制。

多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

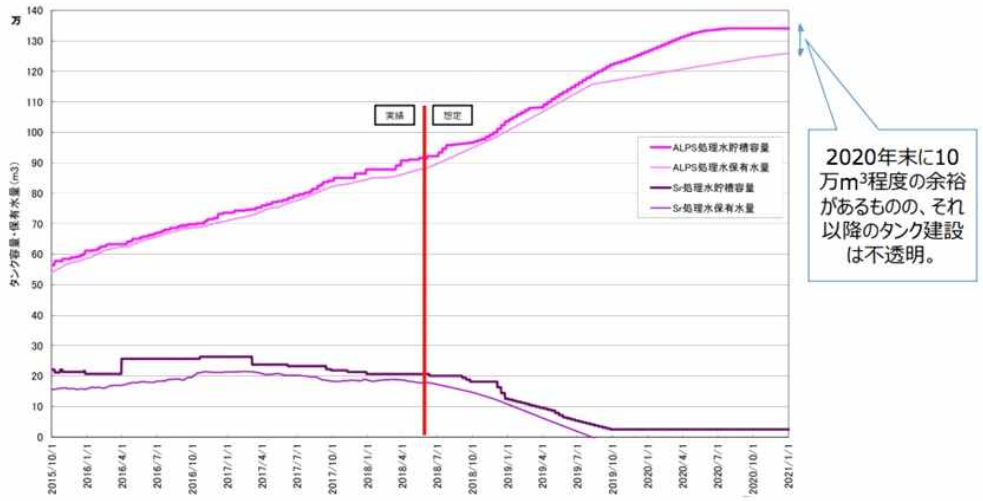
【参考3-1】タンクの建設の見通し

25

◇ 汚染水の増加量は、1日あたり約540m³(2014年5月) だったものが、サブドレンによる汲み上げや凍土壁の効果などによって、2017年度の平均で約220m³まで低減してきた。しかしながら、これまでに保管してきた処理済み水等(※)は100万m³を超え、今後もペースは低下しつつあるものの増え続けていく見込み。

※処理済み水等とは、ALPS処理水とSr処理水を指す

◇ タンクの設置エリアは発電所敷地の南半分に位置している。タンクを建設するために適した用地は限界を迎えつつあり、現在の計画では137万m³が保管の限界である。



多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

Proposed disposal method "Tritium Water"

1) **Dumping in the Pacific Ocean(海洋放出)**
Does it violate London Convention on the Prevention of Marine Pollution by Dumping of Wastes and Other Matter?(London Treaty)

2) **Dumping deep in the ground by high-pressre(地下圧入)**
Earthquakes, Pollution

3) **Dumping in the Air(大気放出)**
Air pollution, Residents

4) **Underground Burrie(地下保管)**
Groundwater pollution, Expensive

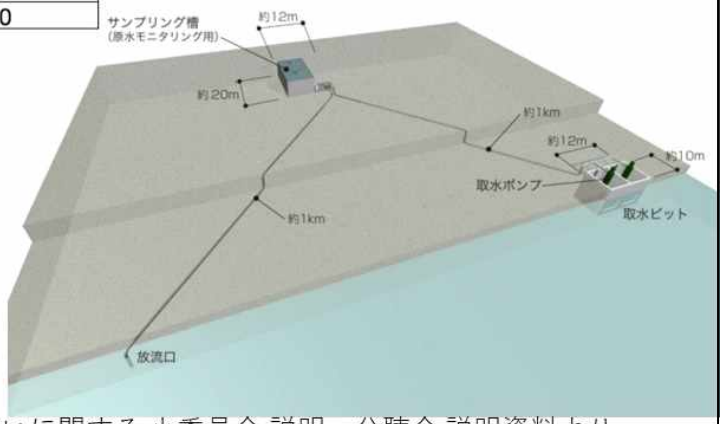
5) **Long term storage(長期保管)(Tepco & Gov. have not considerd this method.)**
Poor in appearance, Very expensive, Uncertainty

【参考7-3】トリチウム水タスクフォースの概要（海洋放出）

32

◇ トリチウム水を希釈し、安全性を確保した上で海洋に放出する。
（希釈倍率により希釈する水の確保の方法が変わる可能性がある）

前処理	希釈
技術的課題	なし（事例あり）
規制的課題	なし
処分期間 [月]	52~88
解体期間 [月]	3
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	17~34
規模（陸部面積）[m^2]	280
規模（海洋部面積）[m^2]	12~120



多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

【参考7-2】トリチウム水タスクフォースの概要（地層注入）

31

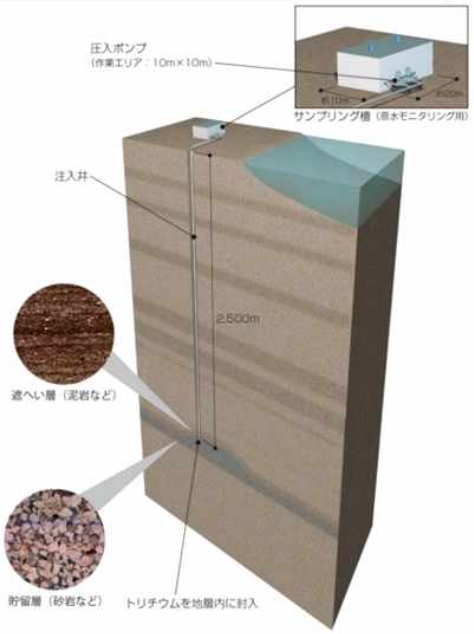
◇ トリチウム水を前処理なし、または希釈し、安全性を確保した上でパイプラインを通じて深い地層中（深度2,500m）に注入する。

前処理	**なし**
技術的課題	適切な地層が必要
規制的課題	新たな規制・基準の策定が必要
処分期間 [月]	69～102（※1）
解体期間 [月]	2
監視期間 [月]	456～912
処分費用 [億円]	177～180(※2, 3)
規模（陸部面積）[m^2]	380
規模（海洋部面積）[m^2]	なし

※1 地層調査1回により20[月]増加。
※2 地層調査1回により6.5[億円]増加。
※3 深地層の長期モニタリング方法は現時点で存在しないと考えられ、モニタリングコストは含んでいない。

前処理	**希釈**
技術的課題	適切な地層が必要
規制的課題	なし
処分期間 [月]	86~156（※4）
解体期間 [月]	6~12
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	501~3,976（※5）
規模（陸部面積）[m^2]	730~2,080
規模（海洋部面積）[m^2]	12~120

※4 地層調査1回により25~40[月]増加。
※5 地層調査1回により13~110[億円]増加。

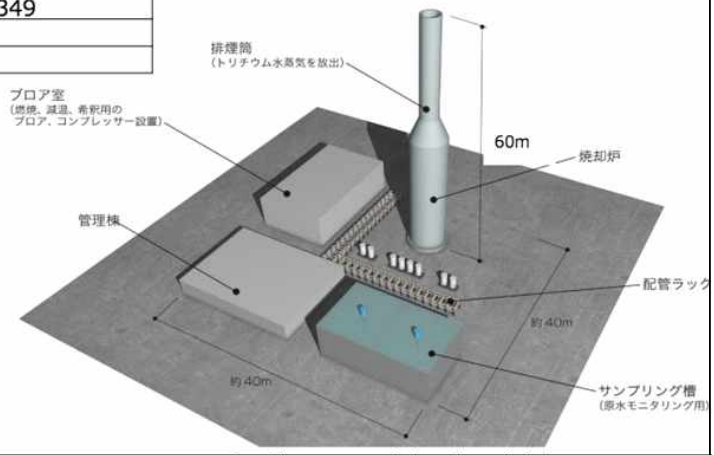


多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

【参考7-4】トリチウム水タスクフォースの概要（水蒸気放出） 33

◇ トリチウム水を前処理無しで蒸発処理し、トリチウムを含む水蒸気を蒸発装置に送り込み、安全性を確保した上で排気筒から高温水蒸気として大気に放出する。

前処理	なし
技術的課題	なし（事例あり）
規制的課題	なし
処分期間 [月]	75～115
解体期間 [月]	5
監視期間 [月]	処分期間中
処分費用 [億円]	227～349
規模（陸部面積）[m^2]	2,000
規模（海洋部面積）[m^2]	なし

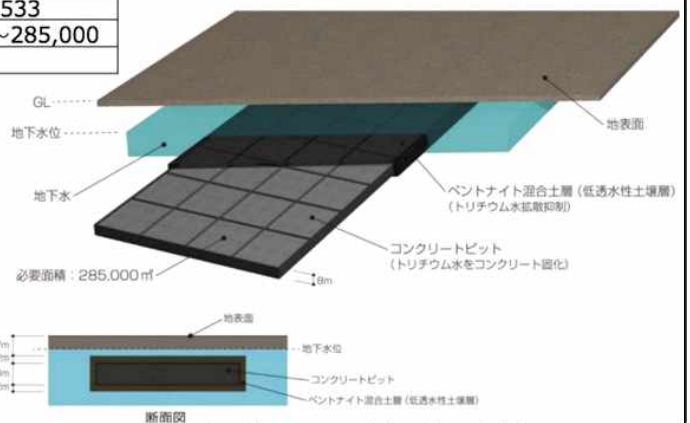


多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

【参考7-6】トリチウム水タスクフォースの概要（地下埋設） 35

◇ トリチウム水を前処理なしでセメント系等の固形化材と混練し、コンクリートピット等の区画内に安全性を確保した上で埋設する。

前処理	なし
技術的課題	なし（事例あり）
規制的課題	新たな基準の策定が必要な可能性
処分期間 [月]	62～98
解体期間 [月]	0
監視期間 [月]	456～912
処分費用 [億円]	1,219~2,533
規模（陸部面積）[m^2]	144,000～285,000
規模（海洋部面積）[m^2]	なし



多核種除去設備等処理水の取扱いに関する 小委員会 説明・公聴会 説明資料より

Long term storage（長期保管）

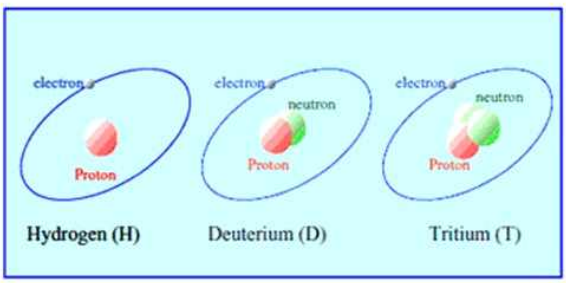


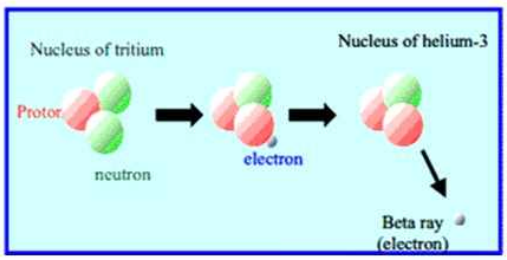
After 240year Radiation concentration will be less than 1Bq/L.

Roughly Estimated Cost 200～400B¥/240year

Photo: Kikuma National Oil Stockpile（150BL150万キロリットル）

What is Tritium?





Tritium is one of thrce hydrogen isotopes, and its nucleus consists of a proton and two neutrons.

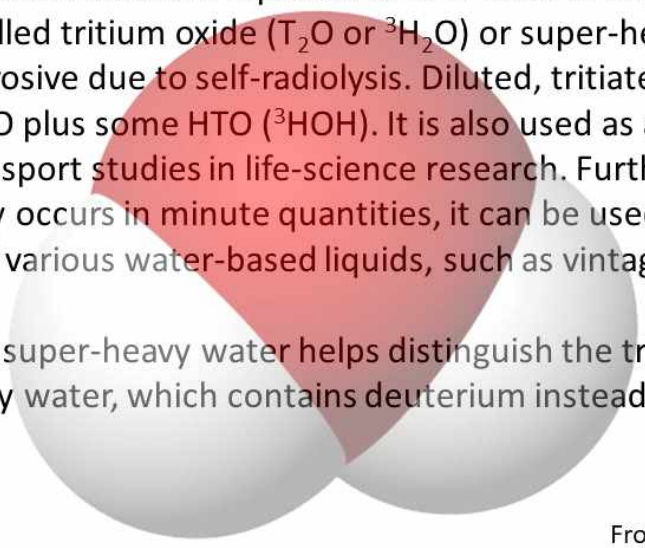
Tritium has radioactivity and decays to helium-3, a stable isotope of helium, by emitting beta rays (electrons) . It takes about 12.3 years (it is called " half life") that tritium decreases to half amount. The beta rays emitted from tritium can be shieled with a thin sheet due to its low energy.
Light water (H_20) around our environment.

National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology
Fusion Energy Research and Development Directorate

Tritiated water

Tritiated water is a radioactive form of water where the usual protium atoms are replaced with tritium. In its pure form it may be called tritium oxide (T_2O or ^3H_2O) or super-heavy water. Pure T_2O is corrosive due to self-radiolysis. Diluted, tritiated water is mainly H_2O plus some HTO (^3HOH). It is also used as a tracer for water transport studies in life-science research. Furthermore, since it naturally occurs in minute quantities, it can be used to determine the age of various water-based liquids, such as vintage wines.

The name super-heavy water helps distinguish the tritiated material from heavy water, which contains deuterium instead.



From Wikipedia EN

Where come from Tritium?

In Natural

Cosmic rays: Tritium occurs naturally due to cosmic rays interacting with atmospheric gases.

$$^{14}_{7}N + n \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{3}_{1}T$$

Where come from Tritium?

In The Nuclear Reactors
Lithium: PWR and CANDU-A(PHWR)

$$^{6}_{3}Li + n \rightarrow {}^{4}_{2}He\ (\ 2.05\ MeV\ ) + {}^{3}_{1}T\ (\ 2.75\ MeV\ )$$

Deuterium:CANDU (HWR)

$$^{2}D + n \rightarrow {}^{3}T$$

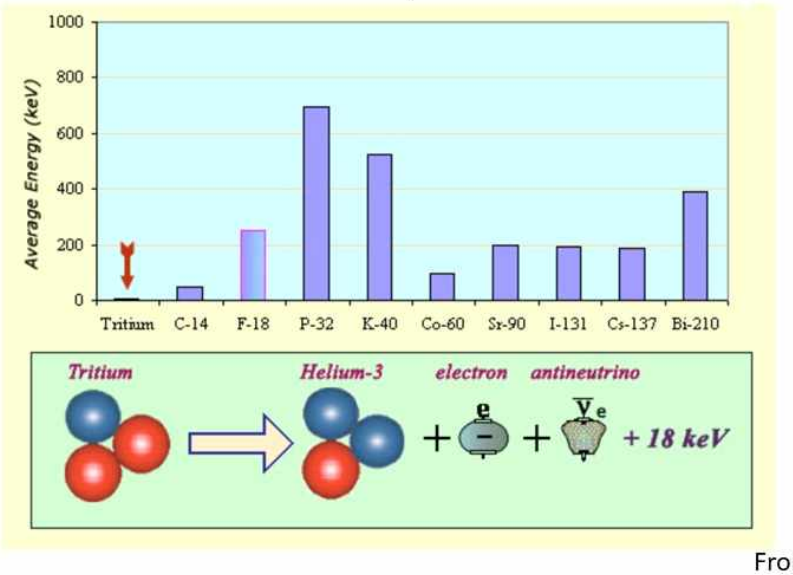
Need High-energy neutrons(High-speed neutrons)
Boron:To fabricate Tritium for Nuclear Weapon (Watts Bar Unit1 USA)

$$^{10}_{5}B + n \rightarrow 2\ {}^{4}_{2}He + {}^{3}_{1}T$$

Lithium:

$$^{7}_{3}Li + n \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{3}_{1}T + n$$

Radioactive Properties of Tritium



From radiation.EU

Tritium is very weak (Low energy) Beta-emitting radio active isotope of hydrogen.
Half-life (半減期) is 12.32 years.

Tritium concentrations in the atmosphere

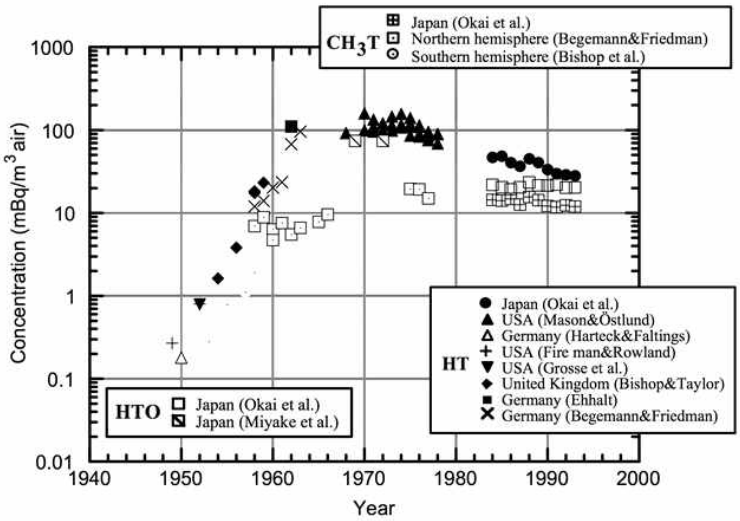


Fig. 2 Tritium concentrations in the atmosphere [11].

富山大学水素同位体科学研究センター研究報告 20：1-10, 2000. より

Tritium concentration in wood ring of Japanese cedar (杉)

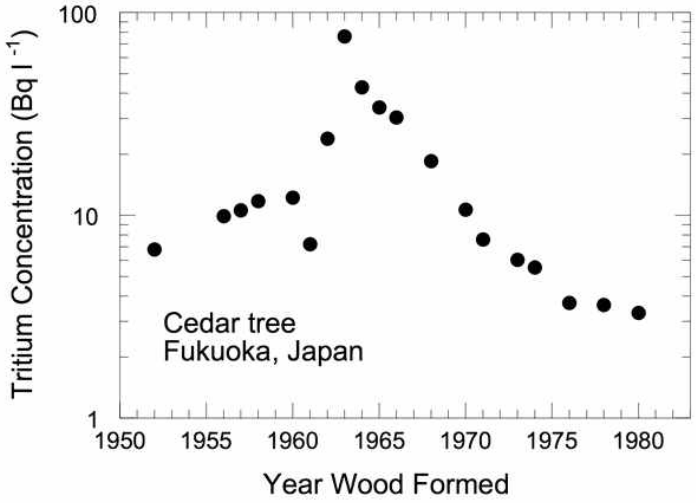


Fig. 5. Tritium concentration in wood ring of Japanese cedar [14].

富山大学水素同位体科学研究センター研究報告 20：1-10, 2000. より

Changes in the Tritium Concentration in rain and river

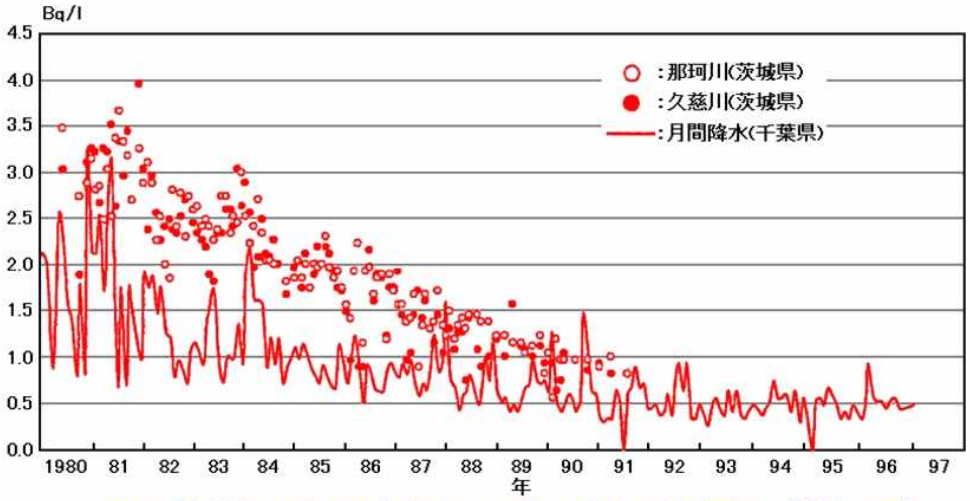


図2　降水および河川水中のトリチウム濃度の経年変化(関東平野)

[出典]放射線医学総合研究所：放射能調査研究報告書(2000年12月)

From Atomica

Tritium profile in the Pacific Ocean

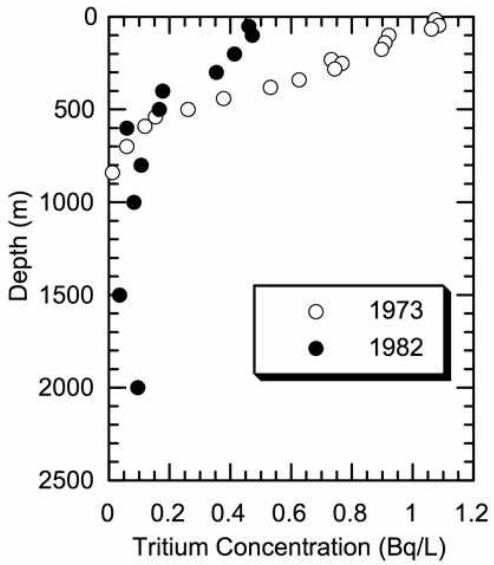


Fig. 4.　Tritium profile in the Pacific Ocean.

富山大学水素同位体科学研究センター研究報告 20：1-10, 2000.　より

Biological half-life of Tritium

Tritium Gas (HT): N/A

HT is not absorbed from the lungs.

Tritium Water(HTO): 10days (7～18days)

Tritium Water is excreted as water quickly.

Organically bound tritium(OBT): 40days or 1Year

After take from mouth, 50% of OBT change to HTO, 50% of OBT stay on body about 40 days and very small amount of OBT stay in the body about 1 year.

Organically bound tritium(OBT)

Bioligical half-life of Organically bound tritium (OBT:有機結合型三重水素) is 5 times longer than HTO.

Environmental amount of HTO is 5 to 10 times larger than OBT.

The effective dose coefficient(実効線量係数) of OBT is 2.3 times larger than HTO.

HTO has no bioconcentration effect. But in case OBT, there is no agreement.



Mid Summery

1) Tritium is very weak Beta-emitting radio active isotope.

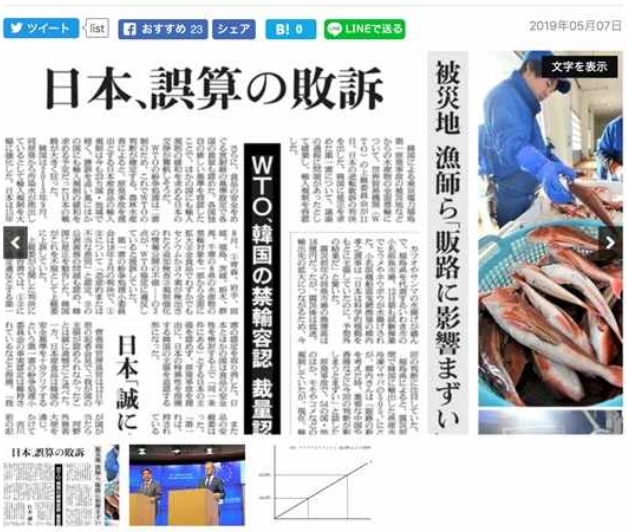
2) Mainely tritium exist as HTO(Tritium Water).

3) Biological half-life of tritium is short.

4) Human should avoid staying in a tritium atmosphere for a long time.

South Korea wins WTO case against Japan

日本は韓国にＷＴＯで敗訴したのか？



Does Japan lose WTO case against South Korea?

Asahi NP 2019/05/07

Always Makita says……

食品の価値の過半は、信用である
The majority of the value of food is TRUST.

風評被害という言葉は国内向けの国策ペテンである
The term "harmful rumors" is a scam caused by national policy.

Public Acceptance(PA) in Japan

Public Acceptance(PA) is very important method in democracy.

PA has an enlightening(啓蒙主義) character.

In Japan, PA is a propaganda disguised as science.

In Japan, PA is a mandatory totalitarian value. For example "Kizuna"(絆: Bonding) campaign.

In Japan, PA is sometimes violent and/or power of money.

Escpcailly in the case of Nuclear PA(原子力PA).

ヒノマルゲンパツPA(JVNPA)

I have been suggesting Japanese Special "Nuclear PA" as "ヒノマルゲンパツ PA"(Japan's Voodoo Nuclear PA: JVNPA) from Fukushima Nuclear Disaster.

Close stakeholders of Japanese Gov., TEPCO and Nuclear Industry, etc. strongly believes that other countries must obey Japan's PA.

But WTO and South Korea refused to obey.

JPN Gov. is thrown in to the real by WTO and South Korea



福島第１原発処理水、長期保管も選択肢　政府、処分法検討

事故を起こした東京電力福島第1原発でたまり続ける汚染を浄化した処理水の処分方法について、政府は、タンクでの長期保管を新たに検討する。これまで「海洋放出」など五つの処分案を検討してきたが、国民の間には外部への放出を懸念する声が強く、実現性を議論する必要があると判断した。経済産業省の有識者小委員会が来月にも、長期保管を含む六つの方法から絞り込む議論を始める。

政府関係者への取材で判明した。処分方法は有識者小委の検討を踏まえ、最終的には政府として決定する方針だ。

ただし処分方法については有識者の間でも意見が分かれる。また政府内には、2020年の東京五輪・パラリンピックを前に処理水の行方に注目が集まり、風評被害が顕在化することへの懸念もある。このため、政府がどの案を選択するか現時点では見通せない。

事故で発生した汚染水に含まれる放射性物質のうち、放射性トリチウムを取り除くことは技術的に難しい。処理水の処分では風評被害も懸念され、小委で地元から具体的な方法を検討してきた。

政府関係者によると昨年の公聴会で長期保管を望む意見が多数寄せられ、「タンクでの長期保管」を選択肢に加えることになった。

国の計画では、処理水の処分を含む廃炉完了は11年の事故から40年後の51年で、長期保管案では保管できる期間や量、放射線量の低減効果を議論する。一方、タンクは20年までしか増設予定がなく、容量の限界に近づけば汚染度の低い処理水から、少量ずつの処分も検討するとみられる。

経産省幹部は「タンク容量にも限度がある」と有識者小委の議論を加速させたい考えだが、政府内からは「官邸内部ですら処分方法の賛否が分かれる問題だ」との声も上がっている。

処理水処分を巡っては昨年、ストロンチウム90など浄化装置で除去可能な一部の放射性物質が国の排水基準値を上回って残留していることが発覚。「議論の前提が崩れた」と国民から批判が相次ぎ、小委の議論が長期化していた。【鈴木理之】

JPN Gov. start to consider about long term storage of "Treated Water" in Fukushima No.1 N.P.P. Mainichi N.P 2019/05/13

But Japan has very serious problem.

Demographic projections for Japan



日本の人口減少とエネルギー需給 西村吉雄2011/11/21

An inevitable future of Japan

It will take much more than 200 years (may be 300 years) to completely end the Fukushima nuclear disaster.

It takes huge amount of money and human-power.

The population of Japan will fall below 40 million in 2100.

Of course, Japan's GDP will decrease to 1/3 of the current level.

These are due to the Japanese government's long years of wrong policies.

Japan will go bankrupt around 2050 due to nuclear debt.

This means that within 100 years, Japan will fall into a more severe chaos than Russia in the 1990s and become irrecoverable.

HARBOR BUSINESS Online>

東京電力「トリチウム水海洋放出問題」は何がまずいのか？その論点を整理する

2018.09.04

牧田寛



東京電力福島第1原発構内に並ぶ、汚染水浄化後に残る
「トリチウム水」の貯蔵タンク群（写真 / 時事通信社）

去る8月30日から31日にかけて、東京電力福島第一原子力発電所（福島第一:1F）で貯まり続ける「トリチウム水」の海洋放出について社会的同意を求めるための公聴会が福島県と東京都の三会場で経済産業省（経産省：METI）により開催されました。

その7日前に当たる8月23日に河北新報により、8月27日にフリーランスライターの木野龍逸氏により「トリチウム水」には、基準を超えるヨウ素129などの放射性核種が含まれていることが報じられました。
（参照：処理水の放射性物質残留 ヨウ素129基準超え60回 17年度 | 河北新報 2018年08月23日木曜日、トリチウム水と政府は呼ぶけど実際には他の放射性物質が1年で65回も基準超過（木野龍逸） - Y！ニュース 2018年08月27日月曜日）

これら報道への反響はたいへんに大きく、30日からの公聴会は全会場、全日程で大荒

れとなり、市民からは反対の声が多勢を占める結果となりました。

一体何が起きたのでしょうか。

トリチウムは大きな害が起こりにくい？

よく耳にする「トリチウム水」問題とは何でしょうか。福島第一原子力発電所は、枯れた川や沢といった地下水脈の上に建設されています。建設前後の地図を照合しますと、すべての原子炉が地下水脈をせき止める形で建設されており、事実、事故前から地下水のくみ上げに力が入れられていました。また、建設中には海抜25m以下（福島第一は台地を海抜10mまで掘り下げている）になると地下水の湧水が始まり、ホイルローダーやトラックの走行に支障を来し、井戸からの汲み上げによって地下水を枯らすことで対策していました。（参照：「福島原発土木工事の概要（1）　　佐伯正治「土木技術」22巻9号1967年9月）

そのため福島核災害（Fukushima Nuclear Disaster：福島第一原子力発電所事故のこと）後、構内のウェルポイント（地下水汲み上げ井戸）が機能を失い、建屋地下構造物の損傷もあって一日あたり500～800tを超える地下水の流入に悩まされることとなりました。流入した地下水は原子炉炉心由来の放射性物質で汚染され、放射能汚染水（汚染水）となり、放射性物質の除去を必要とします。また、作業のたいへんな妨げとなりますし、深刻な被曝の原因となります。

この地下水対策は、スリーマイル島原子力発電所事故（TMI−2）やチェルノブイル原子力発電所事故では必要とされなかったもので、福島核災害の大きな特徴の一つといえます。結果、凍土壁や汚水処理装置、多くの地下水汲み上げ井戸、大量のタンク群が現れました。

この汚染水には、当初、見たこともないようなありとあらゆる炉心物質が含まれていましたが、主としてトリチウム（三重水素）、セシウム137、ストロンチウム90、ヨウ素131といった放射性核種が多く含まれていました。強い放射能を持つ短寿命核種は、時間とともに消滅し、2013年以降は多核種除去装置（いわゆるALPS）などによりトリチウム以外の核種を告知濃度限度（法律で定められた放出のための濃度限度）以下にまで除去し、ほぼトリチウムだけ残った廃水がタンクに増え続けてゆくことになっていました。

トリチウムは、溶融炉心デブリ（瓦礫）冷却水の水とそれに含まれるホウ素が中性子照射されることによって発生するため、溶融炉心を水で冷却するかぎり発生し続けます。実際には地下水の浸入によっても発生しています。

トリチウムは、水素の放射性同位体で、水素とほぼ同じ化学的、物理的性質を示しますので、水から分離することがたいへんに難しく、結果として放射能を帯びた「トリチウム水」が増え続け、タンクが年々増えてゆくことになります。

トリチウムは放射性核種で、半減期は約12年です。非常に低いエネルギーのβ線を出して安定元素のヘリウム3に変わります。

しばしばトリチウムは「遺伝子を破壊する悪魔の放射能」などと呼ばれますが、実際には生物濃縮せず、水として体内に摂取した場合の生物学的半減期は約10日、有機物として摂取した場合は40日で、多くは水として取り込まれますので、「体に取り込みやすく出て行きやすい」放射性物質です。また水ですので、体の特定の部位に集まって滞留すると言うことは起こりにくいです。この点がセシウム137やストロンチウム90、ヨウ素131とは大きく異なります。

従って、大量のトリチウムを摂取する、常時微量のトリチウムに晒されるといったことがない限り、大きな害は起こりにくいです。

一方で、長年の原子力施設からの放射能漏れにより定常的にトリチウムに晒された結果、周辺住民に大きな健康被害が出たとしていまだに争われているNY州ロングアイランドのような事例もあります。（参照：NHK　BS世界のドキュメンタリー『原子力大国　アメリカ（原題：The Atomic States of America）』、Suffolk Closeup: Brookhaven National Laboratory to be tested in court, Shelter Island Reporter, 2016/01/17 8:00am）

福島第一の場合、大量の「トリチウム水」の存在は、職員のトリチウム被曝の可能性につながり、また増え続けるタンクのために敷地の余裕が数年内になくなります。結果、何らかの形で「トリチウム水」を処分することが急がれています。

もともとこの「トリチウム水」は、2013年内には海洋放出によって処分することが考えられていましたが、ALPSの開発の大きな遅れやトリチウム以外の核種の残留などで延び延びになり、2018年の現時点では敷地の余裕がわずかとなり切羽詰まった状態にあります。

結果、国と東電は、福島県内で数年間にわたりトリチウム海洋処分に関するPA（パブリックアクセプタンス：社会的受容）活動＊を精力的に行っており、8/30,31の公聴会はその総決算といえるものでした（＊筆者注：「社会的受容を求める活動」といえば字義通りならばよいが、ほとんどの実態はカネと権力をつかった強権的詐術と言ってよいもので、極めて強い批判を浴びている。玄海原発九電やらせ事件などが記憶に新しい。福島核災害などの原子力重大事故の根本にもPAによる原子力従事者の自己暗示＝安全神話の一種が見られる）。

私は、このトリチウム水については、トリチウム以外の核種が基準以下に抑えられていることを条件に、PWR（加圧水型）原子力発電所の90年代の実績相当＊での海洋放出はやむを得ないだろうと考えていました（＊筆者注：PWRは、一次冷却水にホウ素とリチウムを添加するためにBWR（沸騰水型：福島第一はBWR）に比して、100倍近いトリチウムを発生させる。結果、年間放出量もBWRに比べ10～100倍ほど多い。近年、リチウム添加剤の改良によって大幅にトリチウム発生量を減らしている）。

結論ありきの政府・東電の公聴會

これまで政府と東電は、一般向けにはALPSなどでトリチウム以外の核種は除去しており、「トリチウム水」には他の核種は検出限界以下、または基準以下しか含まれていないと説明してきました。

そのためあらゆるPA活動や公聴会が「トリチウム水の海洋放出」への理解を求めるものでした。

ところが、23日の河北新報での報道では、その「トリチウム水」から、告知濃度限度を超えるヨウ素129が2017年の1年間で60回検出されたこと、さらにルテニウム106、テクネチウム99を加えると2017年だけで65回、告知濃度限度を超えていたことがわかりました。加えてその後、ストロンチウム90の告知濃度限度超過もわかりました。

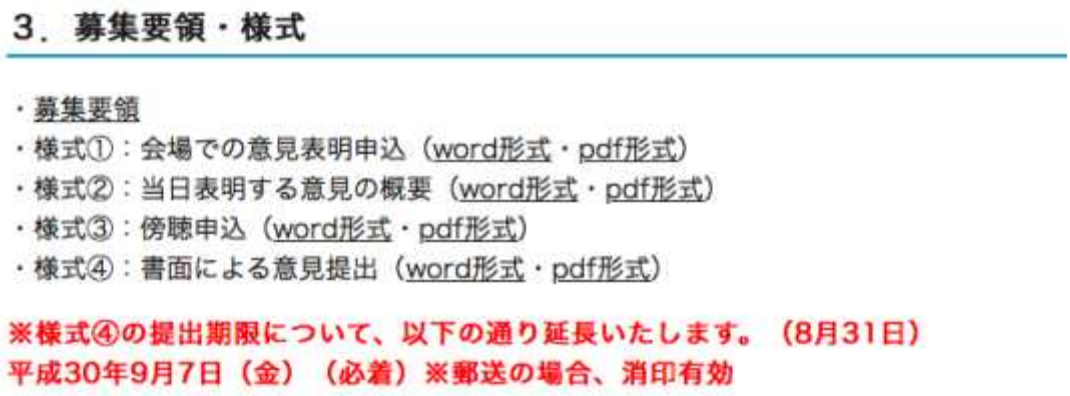
さらにヨウ素129とルテニウム106は、昨年から今年にかけての84回の分析のうち45回と過半数で告知濃度限度を超えていたと報じられています。（※前出木野氏の記事による）

これまで東電は、ルテニウムを除き、トリチウム水ではトリチウム以外の核種は検出

限界以下であると説明し、30日31日の公聴会は「トリチウム水」にはトリチウム以外の核種は含まれない（検出限界以下である）ことを大前提として行われました。

実際問題として、PAのセレモニーとしての「公聴会」はシナリオが決まっていますから、前提が覆されるような事実が出てきても「トリチウム水」の海洋放出というシナリオの書き換えができません。結果、公聴会当日は海洋放出への反対意見が相次ぎ、大荒れとなりました。

結局、公聴会2日目の8月31日が締め切りだった市民への意見募集は、9月7日消印有効と延長されるなど、PAとしては惨憺たる結果に終わっています。（参照：経産省）



3．募集要領・様式

・募集要領
・様式①：会場での意見表明申込（word形式・pdf形式）
・様式②：当日表明する意見の概要（word形式・pdf形式）
・様式③：傍聴申込（word形式・pdf形式）
・様式④：書面による意見提出（word形式・pdf形式）

※様式④の提出期限について、以下の通り延長いたします。（8月31日）
平成30年9月7日（金）（必着）※郵送の場合、消印有効

経済産業省・多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会事務局による「多核種除去設備等処理水の取扱いに係る説明・公聴会」の平成30年7月31日付け発表より

まっとうな手順を無視した政府・東電

今回、なぜこのように経産省、東電の目論見は崩れたのでしょうか。委員の発言にあったように、政府、東電は、大型タンクでの長期間保管は議論の俎上に上げないという内々での申し合わせをし、海洋放出を唯一の現実的解にして公聴会を締めるつもりでした。これはいつものPAの手法で、公聴会の形骸化そのものでした。

そもそも、「トリチウム水」という説明が事実と異なっていたことが第一の問題です。「トリチウム水」ならば、放射性核種はトリチウムのみであり、総量規制、濃度規制を遵守し、経過と結果について情報を誠実に公開すれば、市民の合意のもとにロンドン条約との整合性をとった上で海洋放出処分ができるはずでした。

ところが実際にはトリチウム以外に告知濃度限度を超えるヨウ素129、ルテニウム106、テクネチウム99、ストロンチウム90が過半数の測定で検出されていました。東電はそのことを認識していましたが、生データを公開していたものの、事実を説明していませんでした。生データは膨大であり、精査しなければわかりません。そうした上で、東電はこれまで、「測定している62種類の放射性物質は、他核種除去装置によって告知濃度限度以下まで除去でき、残るはトリチウムだけである」と説明してきたのです。

これでは、放射性物質の海洋放出処分の大前提である市民の同意は得られません。同意を得るための大前提である信頼が崩れてしまったのです。

生データはそこに置いてあるとして、事実と異なる発表をし、不都合なことは説明しないというのは極めて不誠実ですし、例えば学会でこのようなことをすればバレて袋だたきに遭い、その後は恥ずかしくてその分野では出られなくなります。実際に時々そういう騒動が大規模な学会では起きますし、身近で起きたこともあります。

実業界でも自動車の性能偽装など、この手の行為は破滅的な信用失墜を起こし、企業にとっては自殺行為となります。

そのような「やってはいけないこと」を長年やってきて、それがバレたのが去る23日から31日までの一連の事件といえます。

こうなると最大の当事者である漁業従事者、漁協、漁連は怒ります。トリチウムだけならば濃度と総量を守り、情報を公開しながら事故を起こさないように海洋放出を実施すれば影響はまずありません。ところが、生物濃縮性が強く、半減期が極めて長いために事実上減衰しないヨウ素129が混ざっていたとなれば、海のブランドは深海の底に失墜します。いくら濃度が低くても放出による総量が長年の蓄積によって無視できない量になれば何が起こるかわかりません。

食品、口に入るものの価値の大部分は「信用」です。その信用をこういった裏切りにより破壊されることは看過できるわけがありません。元々海を破壊したのは国と東電です。その国と東電がまたやらかしたとなればもはや聞く耳すら持たれないでしょう。

私には直接の利害はありませんが、過去7年間、トリチウムについては基準を守る限り、海洋放出はやむを得ないという考えでした。ただしそのためには次の条件が必須と考えていました。

1）トリチウム以外の放射性核種は、検出限界以下または基準値を下回っていること
2）トリチウムは総量、濃度ともに基準厳守（1990年代のPWR発電所程度）
3）厳密かつ正確かつ公正かつ透明な管理と情報公開が行われること

このたった三つの当たり前の、実はとても甘い条件のうち二つが破棄されたことになります。こんなことで海洋放出を認められるでしょうか。私は「否」と答えます。

これは福島第一の地震と津波による被災をほぼ正確に予見していたにもかかわらず、コストダウンのために握りつぶし、結果として福島核災害を引き起こした東電と政府の過去の行為と何も変わりません。

今後、「トリチウム水」（ALPS処理水）はどうなってしまうのか？

ここで福島第一の「トリチウム水」の現状を見てみましょう。

多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会説明・公聴会説明資料pp.5によれば、構内のALPS処理水の平成30年3月時点での状況は以下のようになっています。

タンク貯蔵量：約105万m3
タンク建設計画：137万m3（2020年末）
ALPS処理水増加量：約5～8万m3/年
ALPS処理水のトリチウム濃度：約100万Bq/L（約0.02μg/L）
タンク内のトリチウム量：約1000兆Bq（約20g）

そして、この発表資料にはありませんが、報道されたように「トリチウム水」（ALPS処理水）には、トリチウム以外のベータ核種が含まれており、全ベータ核種合計（トリチウムを除くベータ核種合計）は100Bq/Lとされてきています。しかし、実際には100～1000Bq/Lでかなりの揺らぎがあるようです。

先にも申し上げたように、この全ベータ核種合計を表に載せないこと自体がきわめて不誠実です。

次にALPS処理水とSr処理水のタンク容量の推移の実績と予測を示します。



福島第一 タンク建設の見通し / 多核種除去設備等処理水の取扱いに関する小委員会説明・公聴会説明資料 pp.25

これらから、2年後にはALPS処理水は130万トン、トリチウムの全放射能量は1.3PBq（ペタ＝千兆）と見積もられます。

福島第一原子力発電所は、事故前にはトリチウムを年間で2TBq（テラ=1兆）放出していましたので、通常運転時の500年分のトリチウムがタンクの中に存在することになります。現在も事実上の目安とされている福島第一の事故前のトリチウム放出管理目標値は、22TBqでしたので、この管理目標を遵守すると単純計算で約60年、実際にはトリチウムの半減期が約12年ですので、2020年以降の増加量も勘案して環境放出には約25～30年かかることになります。ただし、地下水などの経路からのトリチウム放出の分を加えなければいけませんので、実際には30～40年かかることになります。

国と東電は、7年間で海洋放出を完了するつもりですので、これもつじつまが合いません。

また、トリチウム以外の全ベータ核種（全ベータ核種）の濃度を保守的に500Bq/Lと仮定すると、全ベータ核種の放射能量は、0.65TBqとなります。福島第一の事故前のトリチウム以外の液体廃棄物の放出管理目標値は、1年あたり0.22TBqでしたので、こちらは地下水経路も含めて10年程度で十分でしょう。

結局、ALPS処理水を事故前の環境放出基準を遵守して海洋放出する場合、40年程度の期間を要し、結局今の小型タンクでは耐久性や管理の煩雑さから維持できなくなると

考えられます。

トリチウム放出管理目標値を変更するのならば、それは別に審査と市民による合意の手続きを経ねばなりません。また、放射性物質を生産を行わない陸上施設から海洋に放出しますので、ロンドン条約との整合性をとる必要があり、条約締結国からの合意を得る必要があるでしょう。この環境基準を大きく緩和するという手続きについて政府、東電はたいへんに軽く見込んでいると思われます。過去の公害、鉱毒などによる環境破壊と被害の歴史を省みれば、とても考えられない行為です。

もっとも、PWR発電所では、年間200TBq前後のトリチウム放出管理目標値を設定していますので、正規の手続きを経て市民の合意を得るのならば、トリチウム放出管理目標値の変更は不可能ではありません。

巷に見られる、薄めて捨てれば無問題という意見にも公害防止という観点から、貯めた汚染物質を薄めれば捨ててよいという考えには強い違和感を持ちます。軽々に行えば、たいへんな悪しき前例となるでしょう。

私は身近に土呂久鉱毒事件と水俣公害、カネミ油症事件を見て育ちましたので、21世紀にもなってこのような身勝手なことを公害発生企業とその共犯関係にある国が行おうとすることには恐怖すら感じます。

「公害防止」の観点からまっとうな對応をせよ

国と東電は、公聴会では恒久タンクによる保管を排除して、
1）海洋放出
2）地中への圧入
3）大気への拡散
4）地下埋設
を提案しました。

2）はデンヴァー群発地震の前例が示すように、地層中に大量の水を圧入すると群発地震が発生します。そもそも結果として何が起きるか不明です。これは明らかに当て馬です。3）は、すでに住民の帰還を実施しているのに、その有視界範囲で放射性物質を大気放出するなど論外です。これも当て馬です。4）は立地点さがしから始まります。埋めた先で地下水を再び汚染するわけで論外です。これも当て馬提案です。公聴会など

で当て馬提案によって結論を誘導するのも原子力PAで使い古された手法です。

ほかにトリチウムを水から分離する技術をカナダが実用化していますが、処理速度がALPS処理水の増加速度に比して一桁から二桁遅く、焼け石に水です。

現状では、現実的な方策は、石油備蓄基地に準じた大型タンクによる長期保管か、海洋放出しかないと考えられます。

長期保管の場合は、石油国家備蓄基地に使われている10万キロリットル級の大型タンクを予備を含めて15基建設する事になります。石油国家備蓄基地では25～50基のタンクが並びますので比較的小規模なものとなります。120年保管するとトリチウムの濃度は1000Bq/Lに、240年間の保管で1Bq/Lになりますので、この時点で天然の雨水とほぼ同濃度になります。このとき全ベータ濃度も1Bq/L程度に減衰しています。ここまで減衰すれば捨てることへの異論は少ないでしょう。

長期保管は、維持費、建て替え費（式年遷宮のように定期的に新しいタンクに詰め替える）を含めて240年間で2000～4000億円程度ですから、不可能な費用ではありません。良いことずくめのようにも感じられますが、石油備蓄基地と違い、経済的に無価値なものを100年単位という世代間管理をすることが可能であるかという問題があります。これは見落としがちですが、合衆国のハンフォードや英国のセラフィールドで世代間管理されている核廃棄物は、50年で著しく管理状態が劣化しており、一部はたいへんに危険な状態に陥っています。わたしは楽観視できないと考えています。



10万キロリットル級タンクの実例。JX喜入基地（写真 / 宗 / PIXTA）

一方で、海洋放出も国と東電が見込む7年での完了は困難で、やはり大型恒久タンクで安全に保管しながら25～50年ほどで環境汚染防止を最優先に行うことになると考えられます。また放出作業に伴う職員の被曝防止、放射線防護の費用は予想外に嵩むと考えられ、国と東電が見込むような格安での処理は、公害防止と放射線防護に常識的に留意すれば不可能でしょう。私は5百～1千億円程度は見込む必要があると考えています。

なお、どちらの方法も7号炉、8号炉建設予定地の敷地面積を活用してやりくりできるでしょう。

この「トリチウム水」＝ALPS処理水問題の本質は公害です。公害対策を最優先にすることを考えれば安易に格安な手法を選べば却って高くつきます。市民の合意を得るにしても原子力PAのような卑劣な手法は論外です。

『コロラド博士の「私はこの分野は専門外なのですが」』シリーズ2原発編−1

＜文 / 牧田寛 Twitter ID:@BB45_Colorado photo / USMDA via flickr（CC BY 2.0）＞

まきた　ひろし●著述家・工学博士。徳島大学助手を経て高知工科大学助教、元コロラド大学コロラドスプリングス校客員教授。勤務先大学との関係が著しく悪化し心身を痛めた後解雇。1年半の沈黙の後著述家として再起。本来の専門は、分子反応論、錯体化学、鉱物化学、ワイドギャップ半導体だが、原子力及び核、軍事については、独自に調査・取材を進めてきた。原発問題についてのメルマガを近日配信開始予定

하버 비즈니스 온라인 > 정치 · 경제 >

도쿄전력 '트리튬수 해양방출문제'는 무엇이 문제인가? 그 논점을 정리한다

2018.09.04.
마키타 히로시(牧田寛)



지난 8월30일부터 31일에 걸쳐 도쿄전력 후쿠시마 제1원자력발전소에 계속해서 축적되는 '트리튬수'의 해양방출에 대하여 사회적 동의를 구하기 위한 공청회가 후쿠시마 현과 도쿄 도 세 곳에서 경제산업성에 의해 열렸습니다.

그 7일 전인 8월 23일에 가호쿠신보(河北新報, *미야기 현을 중심으로 하는 일간지*)에 의해, 8월 27일에는 프리랜서 작가 기노 류이치(木野龍逸) 씨에 의해, '트리튬수'에는 기준을 넘는 요오드-129 등의 방사성핵종이 포함되어 있다는 사실이 보도되었습니다.
(참조 : 처리수의 방사성물질 잔류 요오드-129 기준 넘어 60회 2017년도 | 가호쿠신보 2018년 8월 23일 수요일, 트리튬수라고 정부는 부르지만 실제로는 다른 방사성물질이 1년에 65회나 기준 초과(기노 류이치) - Y! 뉴스 2018년 8월 27일 월요일)

이들 보도에 대한 반향은 무척 커서, 30일부터의 공청회는 모든 일정, 모든 장소에서 파란을 일으켰고 시민들의 반대의 목소리가 대세를 점하게 되었습니다.

도대체 무슨 일이 일어난 걸까요.

트리튬수는 큰 피해를 일으키지 않는다?

자주 듣는 '트리튬수'문제란 뭘까요. 후쿠시마 제1원자력발전소는 마른 강이나 늪 등 지하수맥 위에 건설되었습니다. 건설 전후의 지도를 대조하면 모든 원자로가 지하 수맥을 막는 형태로 건설되었고, 사실, 사고 전부터 지하수를 퍼 올리는 데에 주력하고 있었습니다. 또, 건설 중에는 해발25m 이하(후쿠시마 제1원전은 땅을 해발 10m까지 파내려갔다)가 되면 지하수가 솟기 시작하여, 로더나 트럭의 주행에 지장을 주었습니다. 그래서 우물을 파고 물을 퍼 올려서 지하수를 말리는 방식을 사용했습니다. (참조 : 후쿠시마 원전 토목공사의 개요(1) 佐伯正治 <토목기술>22권 9호 1967년 9월)

그런데 후쿠시마 핵 재해(Fukushima Nuclear Disaster, 후쿠시마 제1원자력발전소 사고) 후, 구내의 웰포인트(지하수를 퍼 올리기 위한 우물)가 기능을 잃고 지하구조물의 손상도 있어서 하루에 500~800t을 넘는 지하수가 유입되기에 이르렀습니다. 유입된 지하수는 원자로 노심(爐心)에서 나오는 방사성물질로 오염되어 방사능 오염수가 됩니다. 그래서 누출되기 전에 방사성물질을 제거해야 합니다. 또한 작업에 큰 방해가 되고 심각한 피폭의 원인이 됩니다.

이 지하수 대책은 스리마일 섬 원자력발전소 사고(TMI-2)나 체르노빌 원자력발전소 사고에서는 필요하지 않았던 것으로 후쿠시마 핵 재해의 큰 특징의 하나라고 할 수 있습니다. 결과, 동토벽(凍土壁)과 오수처리장치, 지하수를 퍼 올리기 위한 수많은 우물, 대량의 탱크군(群)이 나타났습니다.

이 오염수에는 당초 본 적도 없는 온갖 노심 물질이 포함되어 있었는데, 주로 트리튬(삼중수소), 세슘-137, 스트론튬-90, 요오드-131 등 방사성 핵종이 다수 포함되어 있었습니다. 강한 방사능을 지닌 단수명 핵종은 시간과 함께 소멸하였고 2013년 이후로는 다핵종 제거장치(소위 ALPS) 등에 의해 트리튬 이외의 핵종을 고지(告知)농도한도(법률로 정한 방출을 위한 농도 한도) 이하로까지 제거하여 거의 트리튬만 남은 폐수가 탱크에 계속해서 쌓이게 되었습니다.

트리튬은 용융노심 데브리(퇴적물) 냉각수의 물과 거기에 포함된 붕소에 중성자가

조사됨으로써 발생하기 때문에 융용노심을 물로 냉각하는 한 계속해서 발생합니다. 실제로는 지하수가 들어오는 것에 의해서도 발생하고 있습니다.

트리튬은 수소의 방사성동위체로 수소와 거의 같은 화학적, 물리적 성질을 보이고 있으므로 물에서 분리하는 것이 매우 어렵고, 결과적으로 방사능을 띤 '트리튬수'가 계속 증가하여 탱크가 해마다 늘어나게 됩니다.

트리튬은 방사성핵종으로 반감기는 약 12년입니다. 매우 낮은 에너지인 β선을 내면서 안정원소인 헬륨-3으로 변합니다.

종종 트리튬은 '유전자를 파괴하는 악마의 방사능' 등으로 불리는데, 실제로는 생물농축(*환경중의 특정 물질이 생체 내에 농축·축적되는 것*)되지 않고 물로서 체내에 섭취할 경우의 생물학적 반감기는 약 10일, 유기물로서 섭취했을 경우는 40일로, 대부분은 물로 섭취하게 되므로 '몸에 들어오기 쉽고 나가기 쉬운' 방사성물질입니다. 또 물이기 때문에 몸의 특정 부위에 모여서 체류하는 일은 일어나기 어렵습니다. 이 점이 세슘-137이나 스트론튬-90, 요오드-131과는 크게 다릅니다.

따라서 대량의 트리튬을 섭취하거나 미량의 트리튬에 상시적으로 노출되어 있었던 적이 없는 한, 큰 피해는 일어나기 힘듭니다.

한편으로, 오랜 기간 계속된 원자력시설의 방사능 누출에 의해 늘 일정하게 트리튬이 있는 환경에 있게 된 결과, 주변 주민들이 큰 건강상의 피해를 입었다고 하여 아직도 다투고 있는 뉴욕 주 롱아일랜드 같은 사례도 있습니다.(참조 : NHK BS세계의 다큐멘터리 '원자력 대국 미국(원제:The Atomic States of America)', Suffolk Closeup: Brookhaven National Laboratory to be tested in court, Shelter Island Reporter, 2016/01/17 8:00am)

후쿠시마 제1원전의 경우, 대량의 '트리튬수'의 존재는 직원의 트리튬 피폭 가능성으로 이어질 것이며, 또한 계속 늘어나는 탱크 때문에 부지의 여유가 수년 내에 없어질 것입니다. 결과, 그 어떤 형태로든 서둘러 '트리튬수'를 처분할 것이 요구되고 있습니다.

원래 이 '트리튬수'는 2013년 내에 해양 방출에 의해 처분할 것이 고려되었으나, ALPS의 개발이 크게 늦어지고 트리튬 이외의 핵종의 잔류 등으로 연기 또 연기되어 2018년의 현시점에는 부지의 여유가 거의 없어져 다급한 상태가 되었습니다.

결과, 정부와 도쿄전력은 후쿠시마 현 내에서 수년간에 걸쳐 트리튬 해양 처분에 관한 PA(public acceptance: 사회적 수용*)활동을 정력적으로 실행하였으며, 8월 30, 31일의 공청회는 그 총결산이라고 할 수 있었습니다(*필자 주: '사회적 수용을 추구하는 활동'이라는 글자 뜻 그대로라면 좋겠는데, 거의 대부분의 실태는 돈과 권력을 사용한 강권적 사술이라고 할 만한 것으로, 매우 강한 비판을 받고 있다. 겐카이원전 큐수전력 조작사건(玄海原發九電やらせ事件 *겐카이(玄海)원전 재가동과 관련하여 큐수전력이 사원들을 동원하여 찬성 메일을 보내게 했던 사건*) 등이 기억에 새롭다. 후쿠시마 핵 재해 등 원자력 중대사고의 근본에도 PA에 의한 원자력 종사자의 자기암시=안전신화가 엿보인다).

나는 이 트리튬수에 대해서는 트리튬 이외의 핵종이 기준 이하로 억제된 것을 조건으로 PWR(가압수형)원자력발전소의 90년대의 실적에 상당*하는 해양 방출은 어쩔 수 없을 것이라고 생각하고 있었습니다(*필자주: PWR은 1차 냉각수에 붕소와 리튬을 첨가하기 때문에 BWR(비등수형 : 후쿠시마 제1원전은 BWR)에 비해 100배 가까운 트리튬을 발생시킨다. 결과, 연간 방출량도 BWR dp 비해 10~100배 정도 많다. 근년, 리튬첨가제의 개량에 의해 대폭으로 트리튬 발생량을 줄이고 있다).

결론을 정해놓은 정부 · 도쿄전력의 공청회

지금까지 정부와 도쿄전력은 일반 대상으로는 ALPS 등으로 트리튬 이외의 핵종은 제거했으며 '트리튬수'에는 다른 핵종은 검출 한계 이하, 또는 기준 이하밖에 포함되어 있지 않다고 설명해왔습니다.

그렇기 때문에 모든 PA활동이나 공청회가 '트리튬수의 해양 방출'에 대한 이해를 구하는 것이었습니다.

그런데 23일의 가호쿠신보의 보도는 그 '트리튬수'에서 고지농도한도를 넘는 요오드-129가 2017년 1년간 60회 검출되었고, 거기에 루테늄-106, 테크네튬-99를 더하면 2017년에만 65회 고지농도한도를 넘었다는 것이 밝혀졌습니다. 그에 더하여 그 후 스트론튬-90도 고지농도한도를 초과한 사실이 밝혀졌습니다.

나아가 요오드-129와 루테늄-106은 작년부터 올해에 걸친 84회의 분석 중 과반수가 넘는 45회에서 고지농도한도를 초과했다고 합니다. (앞서의 기노 씨의 기사에 의함)

지금까지 도쿄전력은 루테늄을 제외하고, 트리튬수에서는 트리튬 이외의 핵종은 검출한계 이하라고 설명하였고, 30일과 31일의 공청회는 '트리튬수'에는 트리튬 이외

의 핵종은 포함되어 있지 않다(검출한계 이하이다)는 것을 대전제로 하여 열렸습니다.

그러나 이러한 전제가 뒤집힐 만한 사실이 나온 결과, 공청회 당일은 해양 방출에 대한 반대의견이 이어지면서 '트리튬수'의 해양 방출이라는 시나리오는 큰 타격을 입었습니다.

결국 공청회 이틀째인 8월 31일이 마감이었던 시민대상 의견모집은 9월 7일 소인유효로 연장되는 등, PA로서는 참담한 결과로 끝났습니다. (참조 : 경제산업성)

3. 모집요령 · 양식

모집요령
양식① : 공청회장에서의 의견표명 신청(word형식, pdf형식)
양식② : 당일 표명할 의견의 개요(word형식, pdf형식)
양식③ : 방청 신청(word형식, pdf형식)
양식④ : 서면에 의한 의견 제출(word형식, pdf형식)

※양식④의 제출기한에 대하여, 아래와 같이 연장합니다.(8월 31일)
헤이세이30(2018)년 9월 7일(금) (필착) ※우편으로 보낼 경우 소인 유효

경제산업성 · 다핵종제거설비 등 처리수의 취급에 관한 소위원회사무국에 의한 '다핵종제거설비 등 처리수의 취급과 관계된 설명 · 공청회'의 2018년 7월 31일자 발표에서

정직한 절차를 무시한 정부 · 도쿄전력

이번에 왜 이와 같이 경제산업성, 도쿄전력의 계획이 무너졌을까요. 위원의 발언에도 있듯이, 정부와 도쿄전력은 대형 탱크에서의 장기간 보관은 불가하므로 해양 방출을 유일한 현실적 답으로 하여 공청회를 마무리 지을 작정이었습니다. 이것은 늘 그래왔던 PA의 수법으로 공청회의 형식화 그 자체였습니다.

무엇보다 '트리튬수'에 대한 설명이 사실과 달랐던 것이 문제였습니다. '트리튬수'라면 방사성핵종은 트리튬뿐이고 총량규제, 농도규제를 준수하고 경과와 결과에 대해 정보를 성실히 공개하면 시민의 합의 아래 런던조약과의 정합성을 취한 다음 해

양 방출 처분이 가능했을 것입니다.

그런데 실제로는 트리튬 이외에 고지농도한도를 넘는 요오드-129, 루테늄-106, 테크네튬-99, 스트론튬-90이 측정회수 중 과반수가 넘게 검출되었습니다. 도쿄전력은 그 사실을 인식하고 있었는데, 원시데이터를 공개하긴 했으나 사실을 설명하지 않았습니다. 원시 데이터는 양이 방대하여 그냥 봐서는 잘 이해할 수 없습니다. 그런데다가 도쿄전력은 지금까지 "측정하고 있는 62종류의 방사성물질은 타 핵종제거장치에 의해 고지농도한도 이하까지 제거할 수 있으며 남는 것은 트리튬뿐이다"라고 설명해왔습니다.

이래서는 방사성물질의 해양 방출 처분의 대전제인 시민의 동의는 얻을 수 없습니다. 동의를 얻기 위한 대전제인 신뢰가 무너져버렸습니다.

원시데이터는 제시했다고 치더라도, 사실과 다른 발표를 하면서 불편한 것은 설명하지 않는 것은 지극히 불성실한 태도입니다. 예를 들어 학회에서 이와 같은 행동을 했다면 들켜서 뭇매를 맞고, 그 후로는 부끄러워 그 분야에서는 나설 수 없게 됩니다. 실제로 때때로 그런 소동이 대규모 학회에서는 일어나며, 가까이에서 본 적도 있습니다.

실업계에서도 자동차의 성능 위장 등, 이런 수법의 행위는 파멸적인 신용 실추를 일으켜, 기업에게는 자살행위가 됩니다.

그와 같은 '해서는 안 되는 일'을 오랜 동안 해오다 그것이 발각된 것이 지난 23일부터 31일까지의 일련의 사건이라고 할 수 있습니다.

이렇게 되자 최대의 당사자인 어업종사자, 어협(漁協), 어련(漁連)은 분노합니다. 트리튬만이라면 농도와 총량을 지키고 정보를 공개하면서 사고를 일으키지 않게 하면서 해양 방출을 실시하면 영향은 일단 없습니다. 그런데 생물농축성이 강하고 반감기가 매우 길기 때문에 사실상 감쇠(減衰)하지 않는 요오드-129가 섞여 있는 거라면 바다의 브랜드는 심해 바닥으로 실추합니다. 아무리 농도가 낮아도 방출에 의한 총량이 오랜 기간 축적됨으로써 무시할 수 없는 양이 되면 무슨 일이 일어날지 알 수 없습니다.

식품, 입에 들어가는 것의 가치의 대부분은 '신용'입니다. 그 신용을 이러한 배신에 의해 파괴당하는 것을 간과할 수 있을 리 없습니다. 워낙에 바다를 파괴한 것은 정부와 도쿄전력입니다. 그 정부와 도쿄전력이 또 일을 벌인 것이고 보면 더 이상 듣

고 싶지도 않겠지요.

저는 직접 이해관계는 없지만, 과거 7년간 트리튬에 대해서는 기준을 기키는 한 해양 방출은 어쩔 수 없다는 생각이었습니다. 단 그러기 위해서는 다음 조건이 필수라고 생각하고 있었습니다.

1) 트리튬 이외의 방사성 핵종은 검출한계 이하 또는 기준치를 밑돌 것
2) 트리튬은 총량, 농도 모두 기준 엄수(1990년대의 PWR발전소 정도)
3) 엄밀하고 정확하고 공정하고 투명한 관리와 정보 공개가 실행될 것

이 단 세 가지의 당연한, 실은 무척 너그러운 조건 중 두 가지가 파기된 것이 됩니다. 이래서야 해양 방출을 인정할 수 있을까요. 저는 '아니'라고 대답합니다.

이것은 후쿠시마제1원전의 지진과 쓰나미에 의한 피해를 거의 정확하게 예견했음에도 코스트다운을 위해 묵살하고, 결과적으로 후쿠시마 핵 재해를 일으킨 도쿄전력과 정부의 과거 행위와도 전혀 다를 게 없습니다.

앞으로 '트리튬수'(ALPS처리수)는 어떻게 될 것인가?

여기서 후쿠시마제1원전의 '트리튬수'의 현재 상태를 봐봅시다.

다핵종제거설비 등 처리수 취급에 관한 소위원회 설명·공청회 설명자료 pp.5에 의하면 구내의 ALPS처리수의 2018년 3월 시점에서의 상황은 아래와 같이 되어 있습니다.

탱크 저장량 : 약105만 입방m
탱크건설계획 : 137만 입방m (2020년말)
ALPS처리수 증가량 : 약5~8만 입방미터/년
ALPS처리수의 트리튬 농도 : 약100만Bq/L (약0.02μg/L)
탱크 내의 트리튬 양 : 약1000조Bq (약20g)

그리고 이 발표 자료에는 없지만 보도됐듯이 '트리튬수'(ALPS처리수)에는 트리튬 이외의 베타핵종이 포함돼 있으며 전(全)베타핵종 합계(트리튬을 제외한 베타핵종 합계)는 100Bq/L로 되어왔습니다. 그러나 실제로는 100~1000Bq/L로 상당한 차이가 있는 것 같습니다.

앞서도 말씀드렸다시피 이 전(全)베타핵종 합계를 표로 싣지 않는 것 자체가 지극히 불성실한 행태입니다.

다음으로 ALPS처리수와 Sr처리수의 탱크 용량의 추이 실적과 예측을 보이겠습니다.



후쿠시마제1원전 탱크 건설 전망／다핵종제거설비 등 처리수의 취급에 관한 소위원회 설명ㆍ공청회 설명자료 pp.25

앞으로 2년 후에는 ALPS 처리수는 130만톤, 트리튬의 전(全)방사능 양은 어림잡아 1.3PBq(페타＝1000조)일 것입니다.

후쿠시마 제1원자력발전소는 사고 전에는 트리튬을 연간 2TBq(테라=1조) 방출했으므로 통상 운전시의 500년 분량의 트리튬이 탱크 안에 존재하는 것이 됩니다. 현재도 사실상의 기준이 되는 후쿠사마 제1원전의 사고 전의 트리튬 방출관리 목표치는 22TBq이었으므로 이 관리목표를 준수하면 단순계산으로 약 60년, 실제로는 트리튬의 반감기가 약 12년이므로 2020년 이후의 증가량도 감안하여 환경 방출에는 약 25~30년 걸리게 됩니다. 단, 지하수 등의 경로로 늘어나는 트리튬 방출 분량을 더해야 하므로 실제로는 30~40년 걸리게 됩니다.

정부와 도쿄전력은 7년간에 해양 방출을 완료할 작정이므로 이것도 앞뒤가 안 맞습니다.

또, 트리튬 이외의 전(全)베타핵종의 농도를 보수적으로 500Bq/L로 가정하면 전

(全)베타핵종의 방사능 양은 0.65TBq로 됩니다. 후쿠시마 제1원전의 사고 전의 트리튬 이외의 액체폐기물의 방출관리 목표치는 1년에 0.22TBq이었으므로 이것은 지하수 경로도 포함하여 10년 정도로 충분하겠지요.

결국 ALPS처리수를 사고 전의 환경 방출 기준을 준수하여 해양 방출할 경우, 40년 정도의 기간을 요하여 지금의 소형 탱크로는 내구성이나 관리의 번잡함 때문에 유지가 불가능할 것입니다.

트리튬 방출 관리목표치를 변경하려면 그것은 별도의 심사와 시민에 의한 합의 절차를 거쳐야 합니다. 또한 런던조약과의 정합성을 취할 필요가 있으며, 조약체결국의 합의를 얻을 필요가 있겠지요. 이 환경기준을 크게 완화하는 절차에 대해 정부, 도쿄전력은 매우 쉽게 전망하고 있는 것 같습니다. 과거의 공해, 광독(鉱毒) 등에 의한 환경 파괴와 피해의 역사를 돌아본다면 도저히 생각할 수 없는 행위입니다.

PWR발전소에서는 연간 200TBq 전후의 트리튬 방출 관리목표치를 설정했었기 때문에, 정규 절차를 거쳐서 시민의 합의를 얻는다면 트리튬 방출 관리목표치의 변경은 불가능하지는 않습니다.

항간에서 흔히 희석해서 버리면 문제없다고 하는 의견을 듣게 되는데, 공해 방지라는 관점에서 쌓아놓은 오염물질을 희석하면 버려도 좋다고 하는 생각에는 강한 위화감을 갖습니다. 쉽게 실행해버린다면 중대한 나쁜 사례가 될 것입니다.

저는 도로쿠(土呂久)광독 사건(*도로쿠광산은 1962년 폐광. 만성 비소중독증으로 사망자와 환자가 속출하여 1973년에 공해병으로 인정받았다*)과 미나마타공해(*미나마타(水俣)에서 일어난 공장폐수로 인한 유기수은중독 사건*), 가네미유증사건(*1968년 가네미창고가 제조하는 식용유에 다이옥신류(PCB 등)가 제조 과정에 혼입, 그 식용유를 섭취한 사람들이나 태아에게 장애 등이 발생한 서일본 일대의 식중독 사건*)을 가까이에서 보고 자랐습니다. 그런데 21세기가 되어서도 이런 몰지각한 짓을 공해발생기업과 그 공범관계에 있는 정부가 하려 하는 데에는 공포조차 느낍니다.

‘공해 방지’의 관점에서 정직한 대응을 하자

정부와 도쿄전력은 공청회에서는 항구(恒久/영구) 탱크에 의한 보관을 배제하고,

1) 해양 방출
2) 땅속으로 압입(壓入)
3) 대기로 확산(擴散)

4) 지하 매설
을 제안했습니다.

2) 는 덴버 군발(群發/빈발)지진의 전례가 보여주듯이 지층 속의 대량의 물을 압입하면 군발지진이 발생합니다. 그 결과로 무슨 일이 일어날지 알 수 없습니다. 이것은 분명히 들러리입니다. 3) 은 이미 주민의 소환을 실시하고 있기 때문에 그 유시계범위에서 방사성물질을 대기 방출하는 것은 불가한 일입니다. 이것도 들러리입니다. 4) 는 입지점 찾기부터 시작됩니다. 묻어버리자마자 지하수를 다시 오염시키므로 역시 불가입니다. 이것도 들러리 제안입니다. 공청회 등에서 들러리 제안에 의해 1번인 해양방출의 결론을 유도하는 것도 원자력PA에서 오래 써온 낡은 수법입니다.

그밖에 트리튬을 물에서 분리하는 기술도 캐나다가 실용화하고 있지만 처리속도가 ALPS처리수의 증가 속도에 비해 한자리 수에서 두 자리 수는 늦어서 언 발에 오줌 누기입니다.

현재 상태로는 현실적인 방책은 석유비축기지에 준비한 대형탱크에 의한 장기보관이나, 해양 방출밖에 없다고 생각됩니다.

장기 보관의 경우는 석유비축기지에 사용되는 10만kl급 대형 탱크를 예비 포함 15기 건설하는 것입니다. 석유비축기지에서는 25~50기의 탱크가 줄지어 있으므로 그에 비하면 소규모가 됩니다. 120년 보관하면 트리튬 농도는 1000Bq/L로, 240년간 보관하여 1Bq/L가 되므로 이 시점에서 천연 빗물과 거의 같은 농도가 됩니다. 이때 전(全)베타 농도도 1Bq/L 정도로 감쇠합니다. 여기까지 감쇠하면 버리는 것 대한 이론이 적겠지요.

장기보관은 유지비와 개축비(정기적으로 새 탱크로 옮겨 담는다)를 포함하여 240년간에 2000~4000억 엔 정도이므로, 불가능한 비용은 아닙니다. 그러나 석유비축기지와 달리 경제적으로 무가치한 것을 100년 단위라는 세대 간 관리를 하는 것이 가능할까 하는 문제가 있습니다. 이것은 간과하기 쉬운데, 미국의 핸퍼드나 영국의 세라필드에서 세대 간 관리되고 있는 핵폐기물은 50년 만에 현저히 관리 상태가 악화되고 있으며, 일부는 매우 위험한 상태에 빠졌습니다. 그러므로 이 방법은 낙관시할 수 없다고 생각합니다.



10만kl급 탱크의 실례. JX기이레(喜入)기지（사진／宗 / PIXTA）

한편으로 해양 방출도 정부와 도쿄전력이 예상하는 7년만의 완료는 어렵고, 역시 대형 탱크에 25~50년 정도로 안전하게 보관한 후 해야 할 것입니다. 또 방출작업에 따르는 직원의 피폭 방지, 방사선방호 비용도 예상 외로 높아질 것입니다. 정부와 도쿄전력이 예상하는 것 같은 싼 가격으로는 처치 불가능하겠지요. 저는 500~1천억 엔 정도는 예상할 필요가 있다고 생각합니다.

그리고 어느 방법이든 7호로, 8호로 건설예정지의 부지면적을 활용하여 변통할(/꾸려나갈) 수 있겠지요.

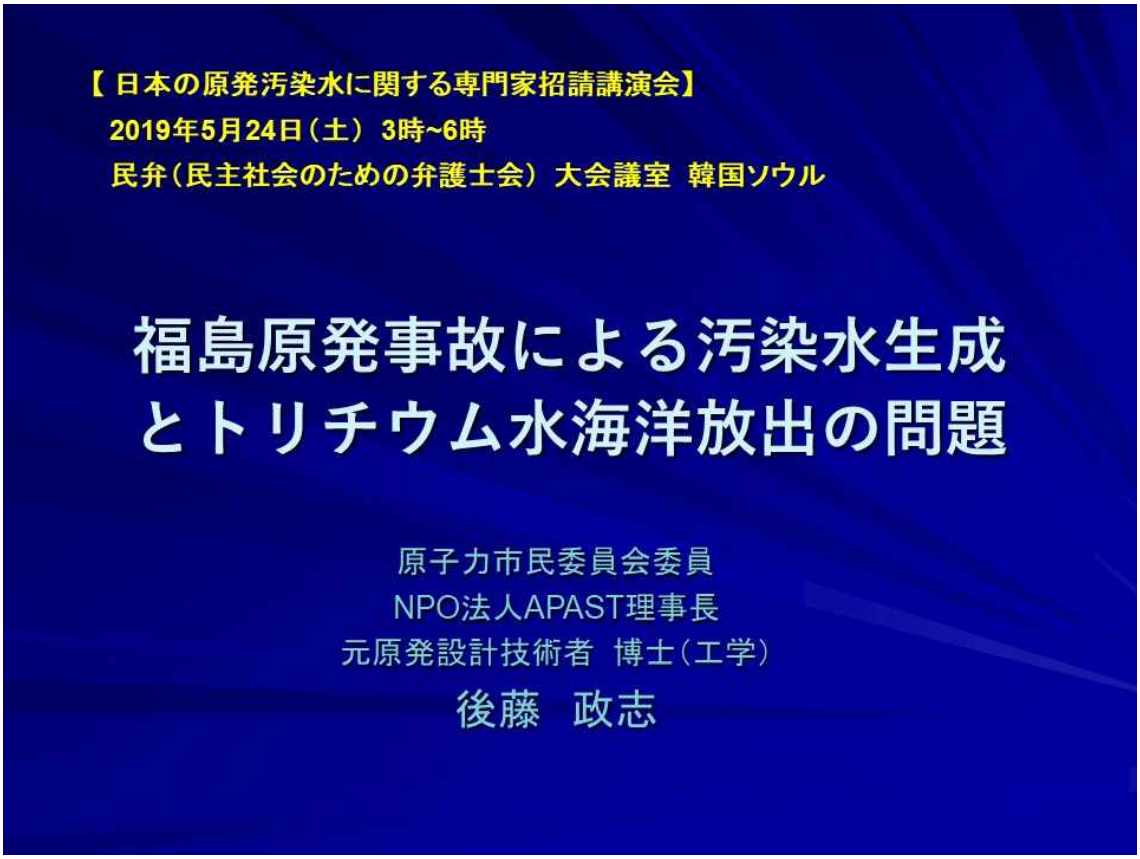
이 '트리튬수'＝ALPS처리수 문제의 본질은 공해입니다. 공해대책을 최우선으로 생각한다면, 싼 가격의 수법만 찾다가는 도리어 비싼 비용을 지불하게 될 것입니다. 시민의 합의를 얻는 데에도 원자력PA와 같은 비열한 수법은 안 됩니다.

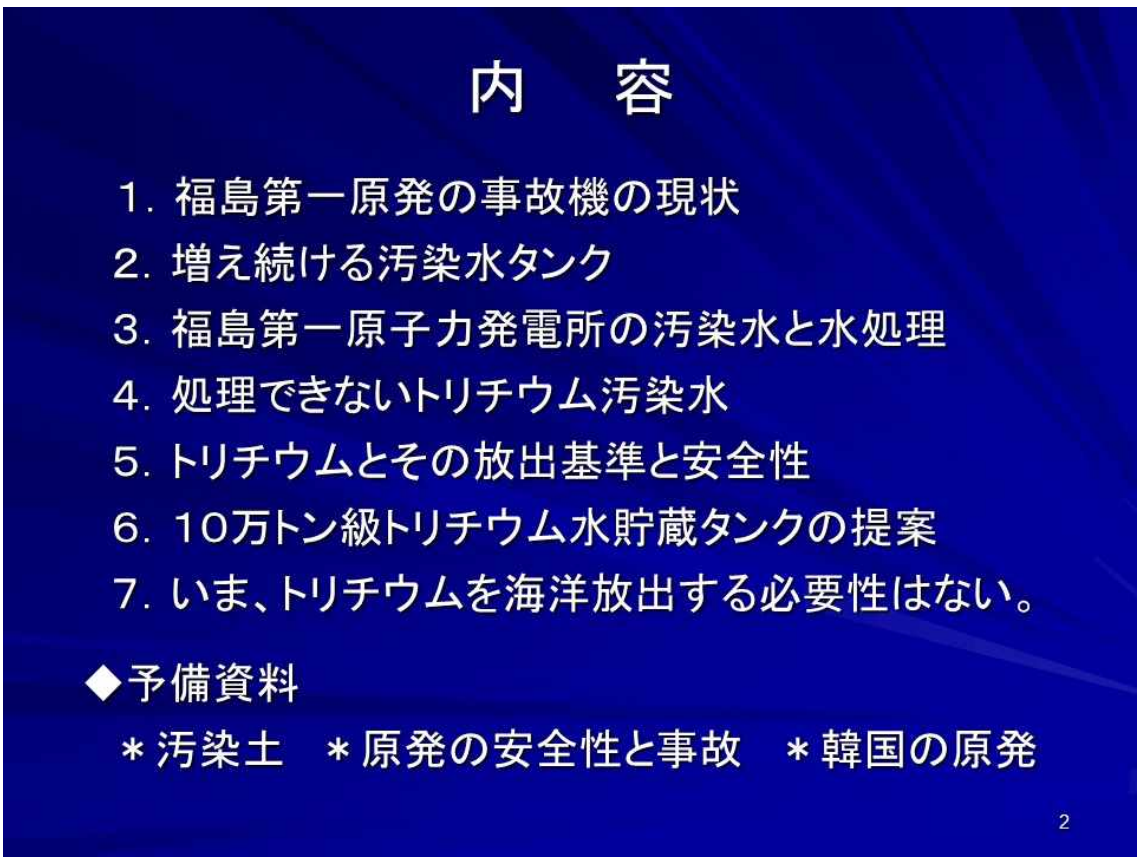
『콜로라도 박사의 “저는 이 분야는 전문이 아닙니다만”』 시리즈2 원전편-1

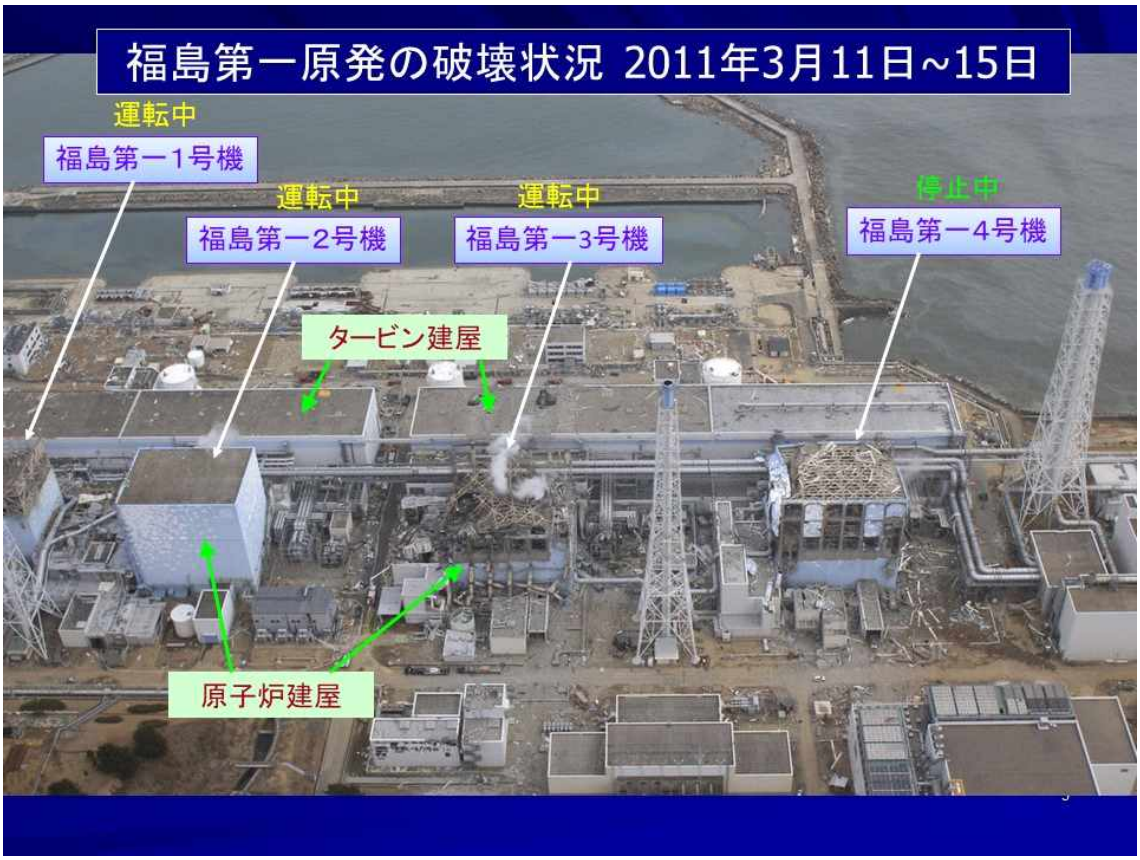
＜글／마키타 히로시(牧田寛) Twitter ID:@BB45_Colorado photo／USMDA via flickr（CC BY 2.0）＞

저술가 · 공학박사. 후쿠시마대학 조교를 거쳐 고치공과대학 조교수, 전 콜로라도대학 콜로라도 스프링스교 개원교수. 근무처인 대학과의 관계가 현저히 악화하여 심신을 상한 후 해고. 1년 반의 침묵 후 저술가로 재기. 본래의 전문은 분자반응론, 착체(錯体)화학, 광물화학, 와이드갭반도체이나, 원자력 및 핵, 군사에 대해서는 독자적으로 조사 · 취재를 진행해왔다. 원전문제에 대한 메일 매거진을 가까운 시일에 발송개시 예정.

2. 발표자료(2) – 고토 마사시(後藤 政志)

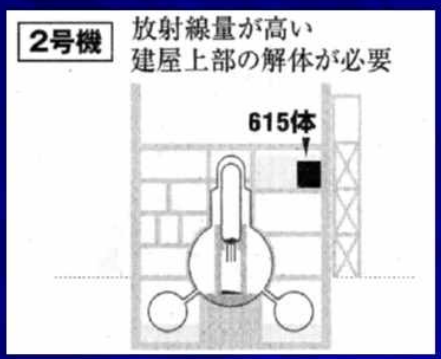






8年後の福島第一原発の1号、2号機の状況



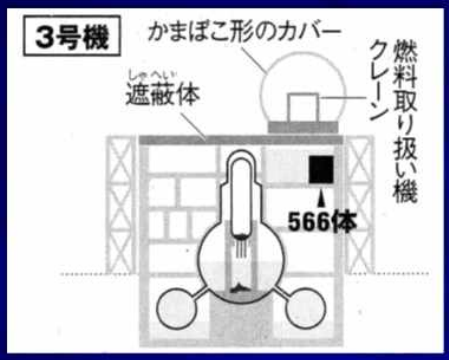


運転中／炉心溶融（メルトダウン）
- ◆水素爆発で原子炉建屋破壊
- ◆燃料デブリ（融けた核燃料と鋼材）
  :原子炉内＋格納容器の床
- ◆使用済燃料プール内の燃料392体
  :2023~2024年に取り出し予定

運転中／炉心溶融／（水素爆発はなし）
- ◆原子炉建屋は壊れていない。
- ◆原子炉格納容器は下部に穴が開いている。
- ◆燃料デブリ（融けた核燃料と鋼材）
  :原子炉内（多）＋格納容器の床（少）？
- ◆使用済燃料プール内の燃料615体
  :2023~2024年に取り出し予定

東京新聞 4月16日朝刊

福島第一原発の3号、4号機の状況

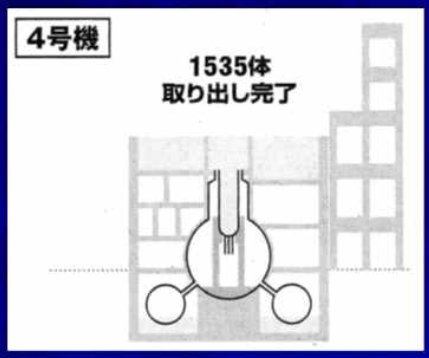


運転中／炉心溶融（メルトダウン）

◆水素爆発で原子炉建屋破壊

◆燃料デブリ（融けた核燃料と鋼材）
：原子炉内＋格納容器の床

◆使用済燃料プール内の燃料566体
：2019年4月~2020年度に取り出し



定期点検中／水素爆発

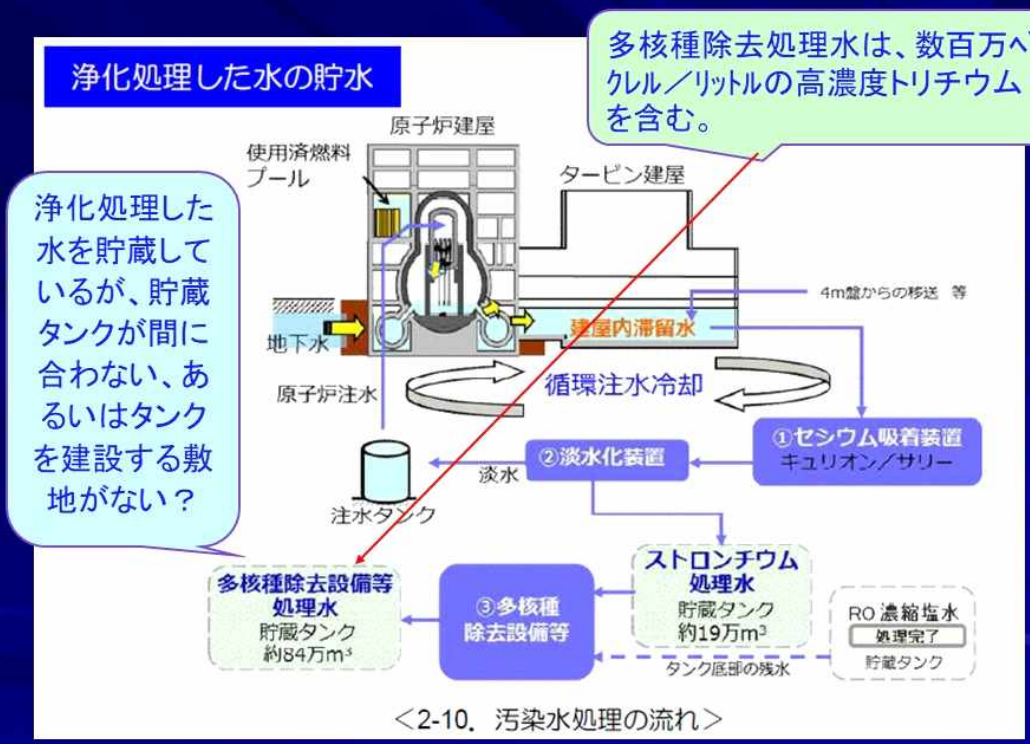
◆水素爆発で原子炉建屋破壊
⇒3号機の水素が共用ダクトから流入？

◆原子炉内には核燃料はない

◆使用済燃料プール内の燃料1535体
：2014年12月　取り出し完了

◆事故時、使用済燃料プールの冷却ができず危険な状態だったが、偶然助かった。

東京新聞　4月16日朝刊



＜2-10．汚染水処理の流れ＞

2018年2月5日　東京電力　資料より

6

増え続ける汚染水タンク



経済産業省資料より



現時点で約100万トン弱の汚染水が溜まっている。

7

フランジ型タンクから溶接型へ

フランジ型タンク　　溶接型タンク

【タンクのリプレース】

- より信頼性の高い溶接型タンクへの置き換えを実施中





【タンクの堰（せき）】

- かさ上げ・二重化を実施



【雨どい・堰カバー】



経済産業省資料より

8

解体中のフランジ型タンク



フランジ型タンク
運用中　：　106基
解体・解体準備中：
228基
1～4号機タンク基数
841基

2018年1月25日時点
東京電力

写真：東京新聞より

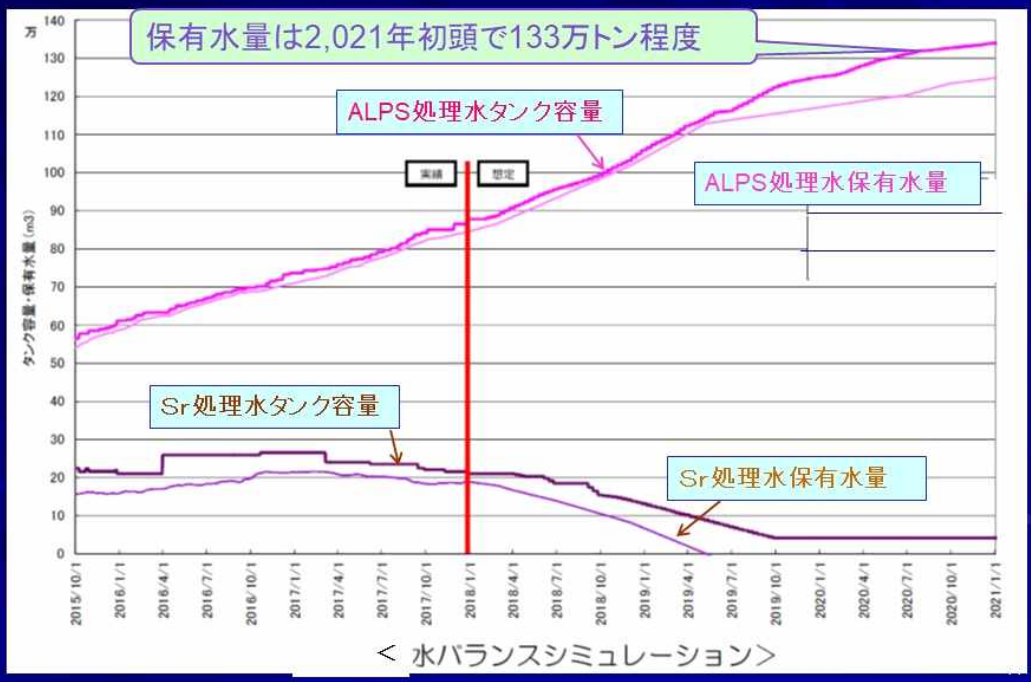
9



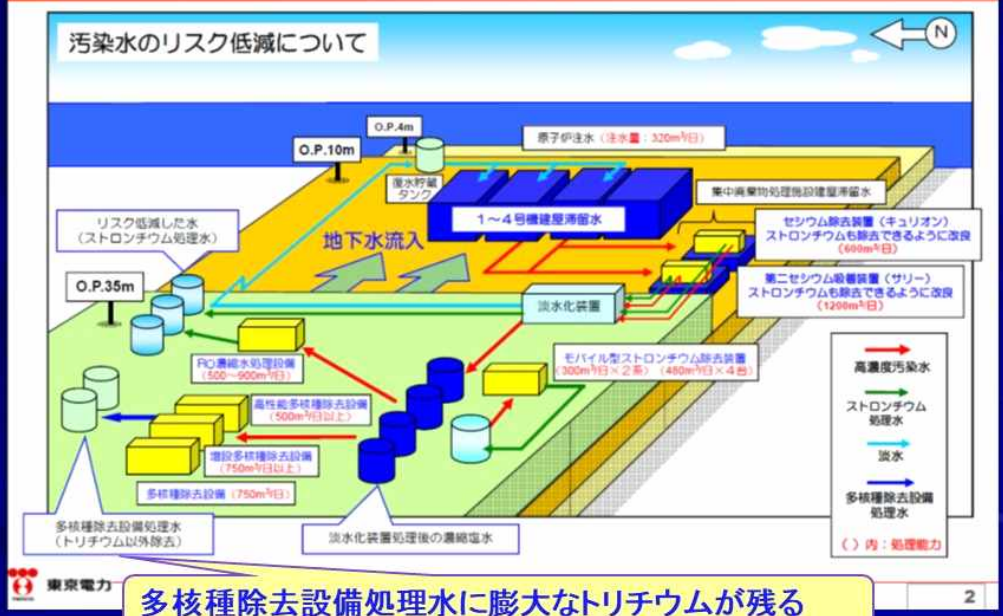
福島第一原発全景写真

10

ALPS処理水とSr処理水のタンク容量と保有水量

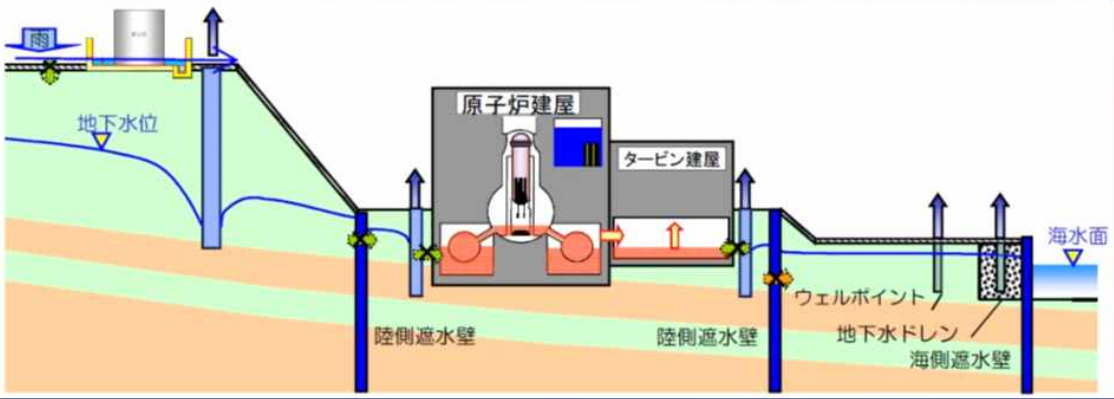


1－2．福島第一原子力発電所 水処理設備について



多核種除去設備処理水に膨大なトリチウムが残る

地下水と雨水の流入と遮へい壁

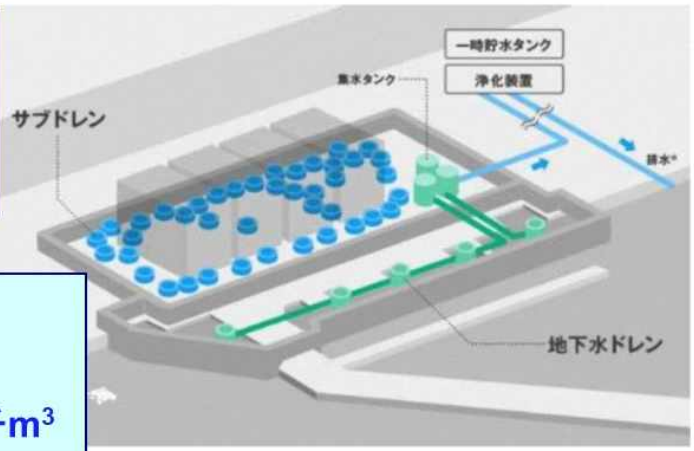


◆地下水と雨水が原子炉建屋に流れ込み汚染水を増やしている。

◆原子炉建屋外の地下水位を建屋内の水位より少し高くすることで原子炉建屋内の汚染水が流出することを防いでいる。

サブドレンによる排水

サブドレンの状況



<2-9. サブドレンの概要>

トリチウム分析結果

750～790ﾍﾞｸﾚﾙ/リットル

運用目標

1500ﾍﾞｸﾚﾙ/リットル

累積の排水実績

排水回数： 614回

排水量：約48万8千m^3

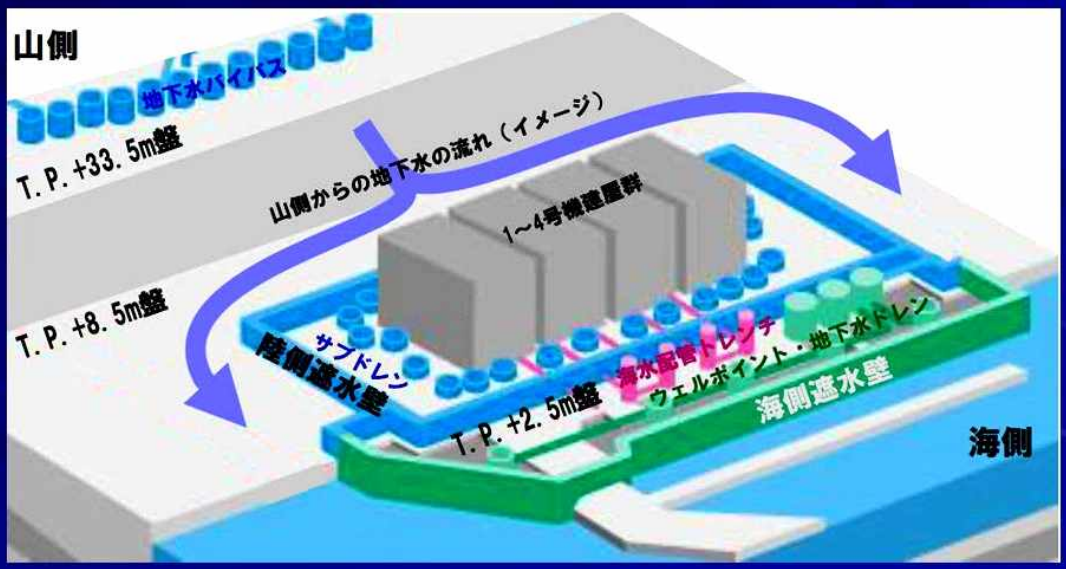
2018年1月31日 まで（東電）

膨大な量のトリチウム汚染水を流して来た。

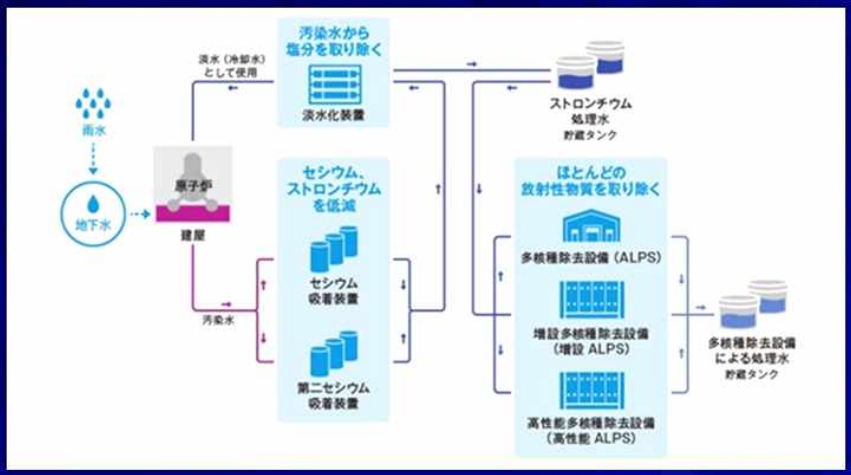
14

地下水バイパス　サブドレン　遮水壁

汚染水発生量は約540m³/日(2014年5月)から約220m³/日(2017年度平均)まで低減。　(2020年150m³/日を目標)



汚染水の処理後の水



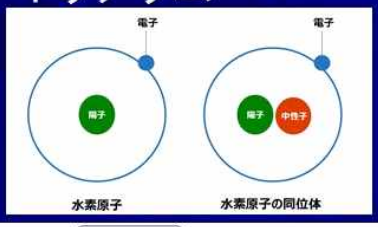
放射性物質除去設備



除去できない放射性物質　トリチウム

【トリチウム】とは

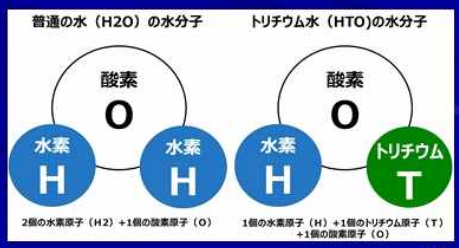
①三重水素 ^3H またはT
②陽子1つ＋中性子2つ
③水素の放射性同位体
④半減期約12.3 年
⑤β線を出して崩壊し、ヘリウムに壊変
⑥水と化学的性質が同じため、分離できない。





人体への影響懸念

◆外部被ばくはほとんど問題ない。
◆トリチウム水（HTO）の形だと、危険性はセシウムの100分の1~1000分の1程度
（国際放射線防護委員会：ICRP）
◆人体の細胞核の中へ取り込まれ、内部被ばくが懸念される。



17

トリチウムの摂取基準と通常時放出量

【国によって大きく異なる基準】

◆日本（排出基準）：60,000Bq／L
◆WHO　：10,000Bq／L
◆カナダ　：7,000Bq／L
（オンタリオの勧告：20 Bq／L）
◆アメリカ　：740Bq／L
◆EU　：100Bq／L

安全性ではなく、実プラントの排出実績をカバーできるように設定？

福島第一原発より、加圧水型原発の方が10倍以上トリチウムが多い。

しかし、韓国のCANDU炉は重水を使うのでさらにトリチウムが多い。

【通常運転時のトリチウム放出量】

出力100万kWの軽水炉を1年間運転すると、加圧水型は約200兆ベクレル（2×10^{14}Bq）、沸騰水型では約20兆ベクレル（2×10^{13}Bq）が蓄積する。
水素の中に0.015%が含まれる重水素（2H、記号Dで表わす）の中性子捕獲でも生成するが、軽水炉内でのトリチウム生成への寄与は小さい。ただし、カナダで開発されて韓国に導入されているCANDU (Canada Deuterium oxide- Uranium) 炉では重水（D2O）を減速材としているため軽水炉より大量のトリチウムが生じる。

（原子力資料情報室　上澤千尋）

18

薄めればどれだけでも放出できる基準

「実用発電用原子炉の設置、運転等に関する規則の規定に基づく線量限度等を定める告示」
（平成13年、最終改正：平成25年）（経済産業省告示）

5Bq／Lに相当

周辺監視区域外の空気中の濃度限度	5×10^{-3}（Bq/cm3）	〔 0.005（Bq/cm^3）〕
周辺監視区域外の水中の濃度限度	6×10^{1}（Bq/cm3）	〔 60（Bq/cm^3）〕

60,000Bq／Lに相当。

『水中は、60,000Bq／Lまで希釈せれば放出できる』
放射性物質は、半減期以外には減衰しないので、一旦環境に出してしまうと、どのように拡がり、どのように濃縮（生物濃縮等）するか分からない。

19

トリチウムタスクフォース報告書

―5つのトリチウム処分方法を概算見積もり―

◆地層注入：（希釈後注入ケース）
注入のみの費用約6200億円、長期モニタリングは不明

◆水素放出：（前処理なし水素放出） 約1,000億円

◆水蒸気放出：（前処理なし水蒸気放出） 約349億円

◆**海洋放出：（希釈後海洋放出ケース） 約34億円** ← 最も安い方法

◆地下埋設：（前処理なし深地地下埋設） 約2,533億円

おわりに（抜粋）

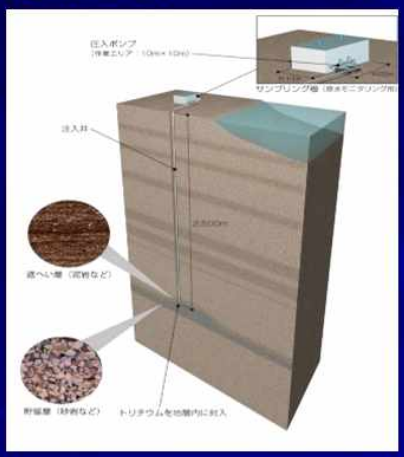
・・・トリチウム水の取扱いを技術的観点から検討したもの・・・なお、風評に大きな影響を与えうることから、今後の検討にあたっては、成立性、経済性、期間などの技術的な観点に加えて、風評被害などの社会的な観点等も含めて、総合的に検討を進めていただきたい。

20

5つのトリチウム水処分方法（その1）

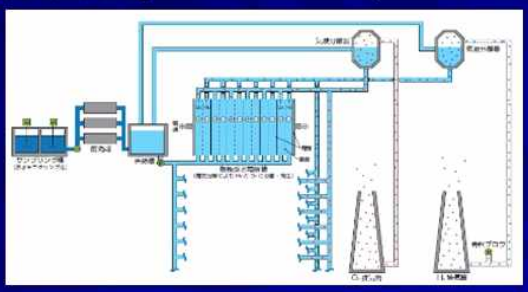
約6,200億円

【地層注入】深さ2500mの地層へ



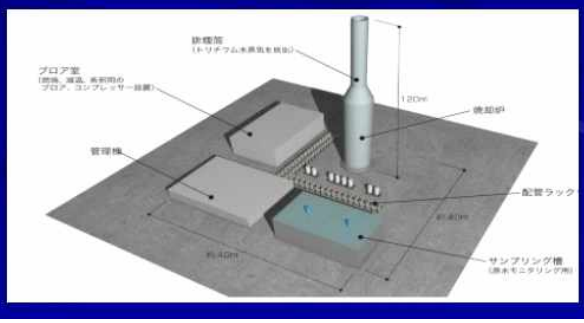
約1,000億円

【水素放出】電気分解で7万Bq/L　大気放出



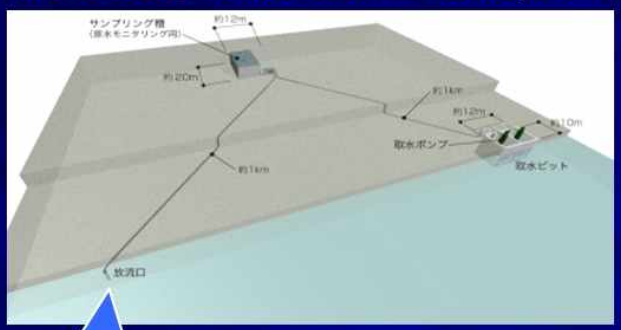
約349億円

【水蒸気放出】高温水蒸気5Bq/L　大気放出



5つのトリチウム水処分方法（その2）

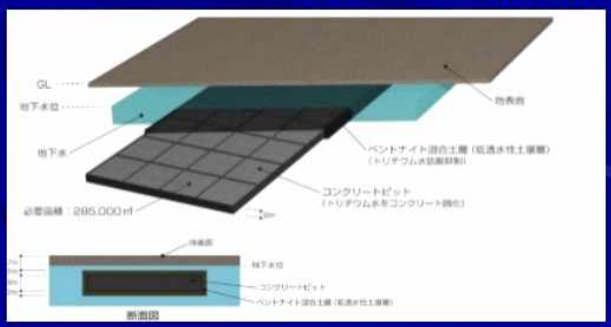
【海洋放出】希釈して海洋へ（6万Bq/L）　約34億円



2018年夏、「海洋放出」が現実的として、公聴会。
⇒各公聴会で住民。漁民が猛反対し、検討し直すことになった。

取水ピットから離れた所へ放出口を設けて海洋へ放出

【地下埋設】約2,533億円



工場完成型大型タンクの例



＊溶接構造
＊直径約12m
＊高さ約12.5m
＊容量約1220m^3
＊重さ約90トン

大半のタンクは、直径8m～10m程度高さ10m～12m程度。



工場でつくり、船で搬送

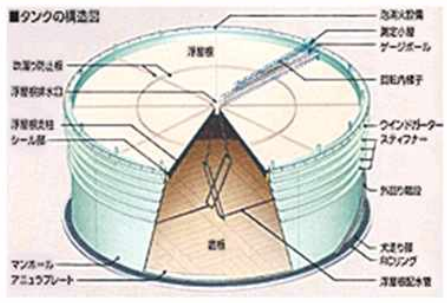
日立造船㈱提供

23

石油備蓄・地上タンク方式の例

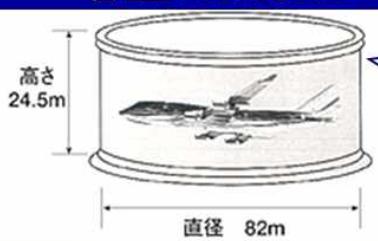


志布志湾



苫小牧東部、志布志、むつ小川原、福井

容量11.5万kL

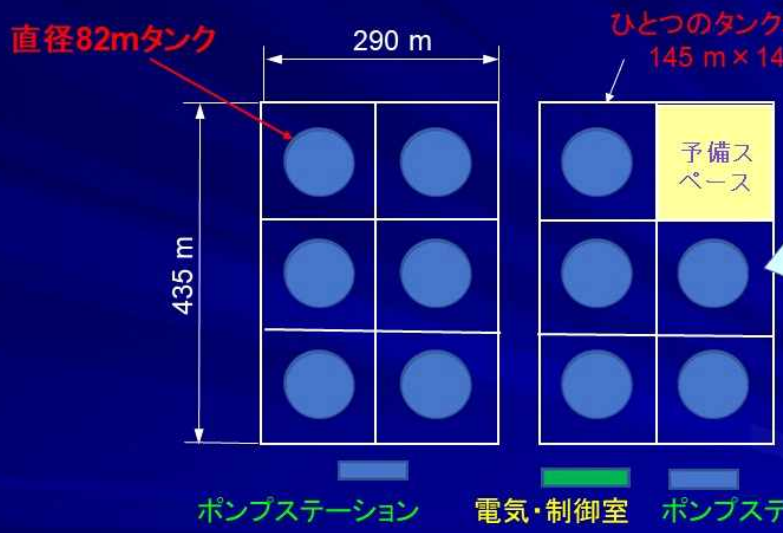


日本では、10万m^{3}を超える大型石油備蓄タンク多く建造されている。

1kL＝1m^3

24

トリチウム水タンクの配置提案

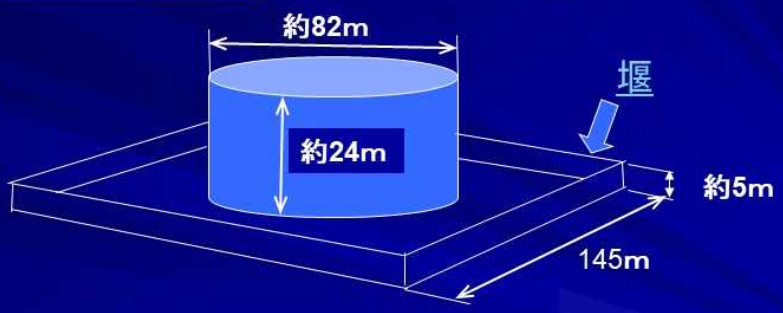


タンク配置は、典型例として2ブロックとする。

10万トン級トリウム水貯蔵タンクを提案

－石油備蓄タンクの実績から十分技術的に可能－

トリチウム水貯蔵タンク



地震等でタンクが壊れ、トリチウム水が漏れた場合に備えて、周囲に堰を設け、堰の周囲にタンク内の全量のトリチウム水を貯めることができる。

26

膨大な量の『フレコンパック』が山積み



【フレコンパック】
フレキシブルコンテナバッグの略。土壌や草木など除染で生じた放射性廃棄物を集めて保管。中間貯蔵施設に移され、30年保管した後、県外に建設予定の最終処分施設へ搬出する計画。大幅に遅れている。

◆福島県内の除染で出た汚染土は2021年度までに1400万m^3以上（東京ドーム11個分）になる。帰還困難区域の除染が進めばさらに増える。



汚染水問題のまとめ

①トリチウムは放射性物質で、通常時にも放出しているが福島事故では大量。

②トリチウムの安全性は確認されていない。環境への放出管理基準は曖昧。

③トリチウムの放出許容基準は濃度で管理。「総量規制をすべき」と考える。

④トリチウムは除去できない。数十年先には、技術開発の可能性はあり得る。

⑤処理済み汚染水の容量が100万トンを超えても、汚染水を貯蔵する方法はいくらもある。法的には敷地内に限らない。あくまで、地元同意と経済性の問題。

⑥石油備蓄タンクのように10万トン級大型タンクを作り、貯蔵することで、放射能の減衰を見込め、トリチウムの処理技術も開発される可能性もある。

⑦トリチウム放出の風評被害も懸念される。特に、アジアへの海産物あるいは農産物等の輸出にも大きな経済的影響を与えかねない。

◆今、漁民の反対もある中で、直ちにトリチウムの海洋放出をする必要はないし、技術的にも経済的にも長期貯蔵で対応可能である。
◆日本政府は、2020年東京オリンピックに向けて福島事故の影響をを矮小化しようとしている。福島事故は終わっていない！

28

アジアから脱原発の声を！

―日韓の脱原発運動の連携を模索しよう―

◆原発は、地震・津波等自然現象だけでなく、機械の故障や人為的ミス（ヒューマンエラー）、テロ攻撃を起因事象として起き、大規模な放射性物質の放出事故が避けられない。原発事故は、いつ起きるかは分からないが、科学的・技術的に必然である。

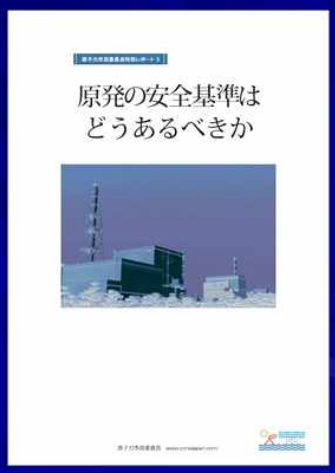
◆原発の放射能は大気中、土地、水中（地下水、河川、海）あらゆるものを汚染する。完全に無害化するのに、何百年から数万年もかかる。

◆原発事故の被害は国境を超える。福島事故では、主として放射能は東（太平洋）へ流れたがそれでも、多くの被害を出した。韓国や中国で原発事故を起こすと、自国だけでなく日本ほか周辺の国に甚大な被害を及ぼす。韓国の原発から日本の九州までは直ぐ近く。

◆原発の事故のリスクと高濃度放射性廃棄物質の処分の問題は、他の原発の持つメリット（経済性（？）、環境負荷（？））など比較にならない。

ご清聴
ありがとうございました





「原子力市民委員会ホームページ」をご覧ください。

30

【 일본의 원전 오염수에 관한 전문가초청 강연회 】
2019년 5월 24일(금) 3시~6시
민변(민주사회를 위한 변호사회) 대회의실 한국 서울

후쿠시마원전사고에 의한 오염수 생성과 트리튬수 해양방출 문제

원자력시민위원회 위원
NPO법인 APAST 이사장
전 원전설계기술자 박사(공학)
고토 마사시(後藤 政志)

내 용

1. 후쿠시마 제1원전의 사고기의 현재 상태
2. 계속 늘어나는 오염수탱크
3. 후쿠시마 제1원자력발전소의 오염수와 물 처리
4 처리 불가능한 트리튬오염수
5. 트리튬과 그 방출기준과 안전성
6. 10만톤급 트리튬수 저장탱크 제안
7. 지금, 트리튬을 해양방출할 필요성은 없다.

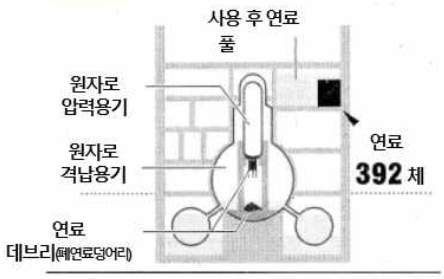
◆예비자료

＊오염토 ＊원전의 안전성과 사고 ＊한국의 원전



8년 후의 후쿠시마 제1원전의 1호, 2호기의 상황

1호기 무너진 건물더미 철거가 난항
격납용기의 상판뚜껑이 어긋남



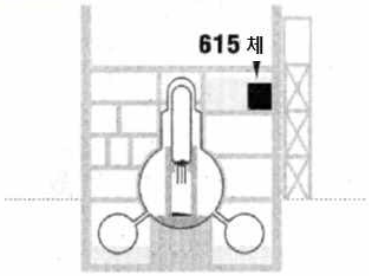
운전 중／노심용융(멜트다운)

◆수소폭발로 원자로건물 파괴

◆연료데브리(녹은 핵연료와 강재(鋼材)):원자로 안＋격납용기 바닥

◆사용후 연료풀 안의 연료 392체
:2023~2024년에 반출 예정

2호기 방사선 양이 많다
건물 상부의 해체가 필요



운전 중／노심용융／(수소폭발 무)

◆원자로건물은 무너지지 않았다.

◆원자로격납기는 하부에 구멍이 뚫려 있다.

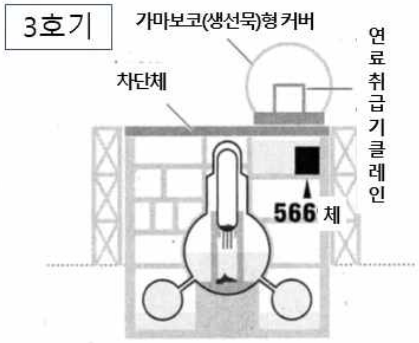
◆연료데브리(녹은 핵연료와 강재)
:원자로 안(多)＋격납용기 바닥(少)？

◆사용후 연료풀 안의 연료615체
:2023~2024년에 반출 예정

도쿄(東京)신문 4월 16일 조간

후쿠시마 제1원전의 3호, 4호기의 상황

3호기



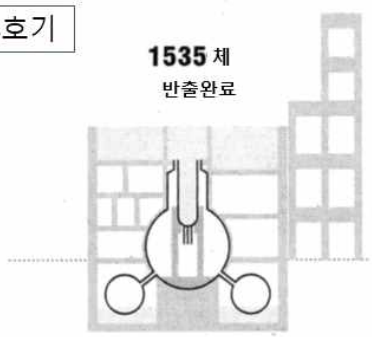
운전 중／노심용융(멜트다운)

◆수소폭발로 원자로건물 파괴

◆연료데브리(녹은 연료와 강재) : 원자로 안＋격나용기의 바닥

◆사용후 연료풀 안의 연료 566체
:2019년 4월~2020년도에 반출

4호기



정기점검 중／수소폭발

◆수소폭발로 원자로건물 파괴

⇒3호기의 수소가 공용덕트로부터 유입？

◆원자로 안에는 핵연료는 없다

◆사용후 연료풀 안의 연료 1535체
:2014년 12월 반출 완료

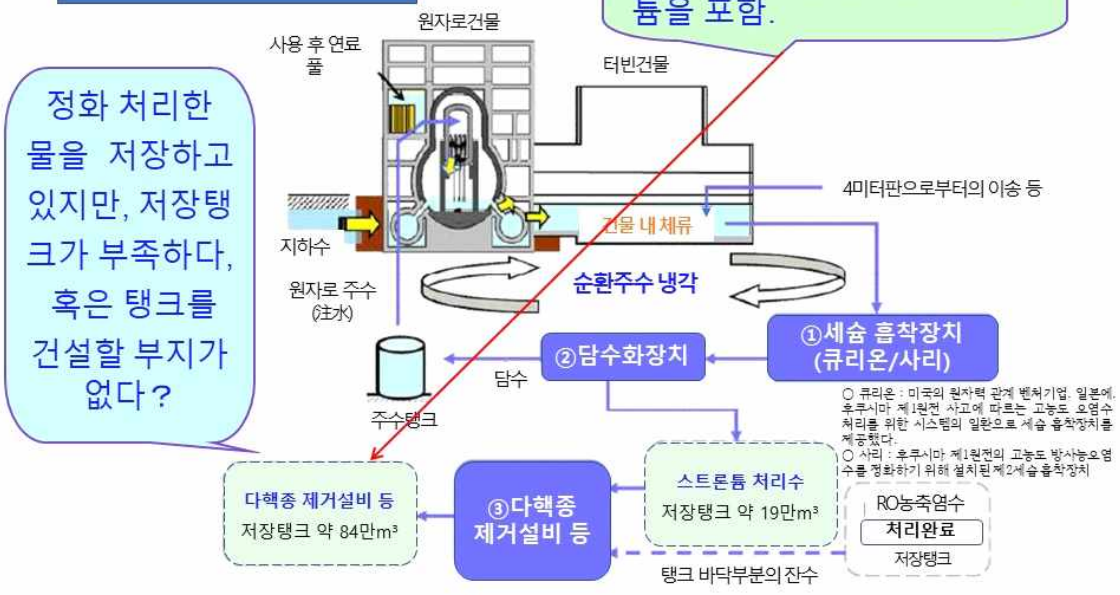
◆사고시, 사용후 연료풀의 냉각이 안 되어 위험한 상태였으나, 우연히 위험을 피했다.

도쿄(東京)신문 4월16일 조간

정화 처리한 물의 저장

다핵종제거처리수는 수백만 베크렐／리터의 고농도트리튬을 포함.

정화 처리한 물을 저장하고 있지만, 저장탱크가 부족하다, 혹은 탱크를 건설할 부지가 없다？



<2-10. 오염수 처리의 흐름 >

2018년 2월 5일 도쿄전력 자료로부터

6

계속 증가하는 오염수탱크





경제산업성 자료에서

현시점에서 약100만 톤에 이르는 오염수가 담겨 있다.

7

플랜지형 탱크에서 용접형으로

플랜지형 탱크 → **용접형 탱크**

【탱크의 리플레이스】
신뢰성이 더 높은
용접형 탱크로 바꾸는 중





【탱크 보】
보를 더 높이고 이중화를 실시



【낙수받이·보 커버】



경제산업성 자료에서

8

해체 중인 플랜지형 탱크



플랜지형 탱크

운용 중 : 106기

해체·해체준비 중: 228기

1~4호기 탱크 기수 841기

2018년 1월 25일 시점

도쿄전력

사진 : 도쿄(東京)신문에서

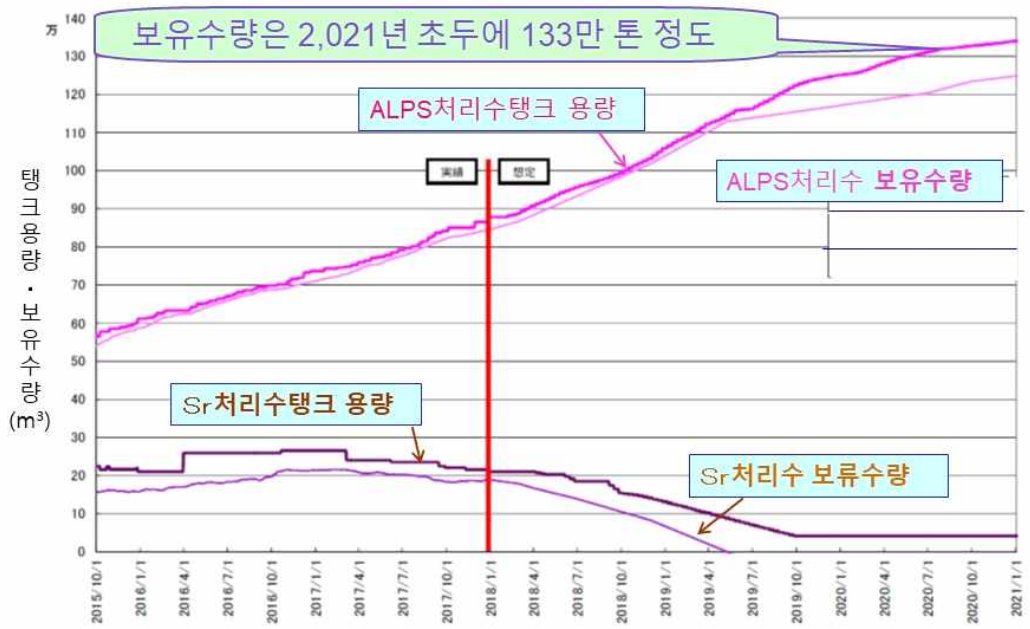
9



후쿠시마 원전 전경 사진

10

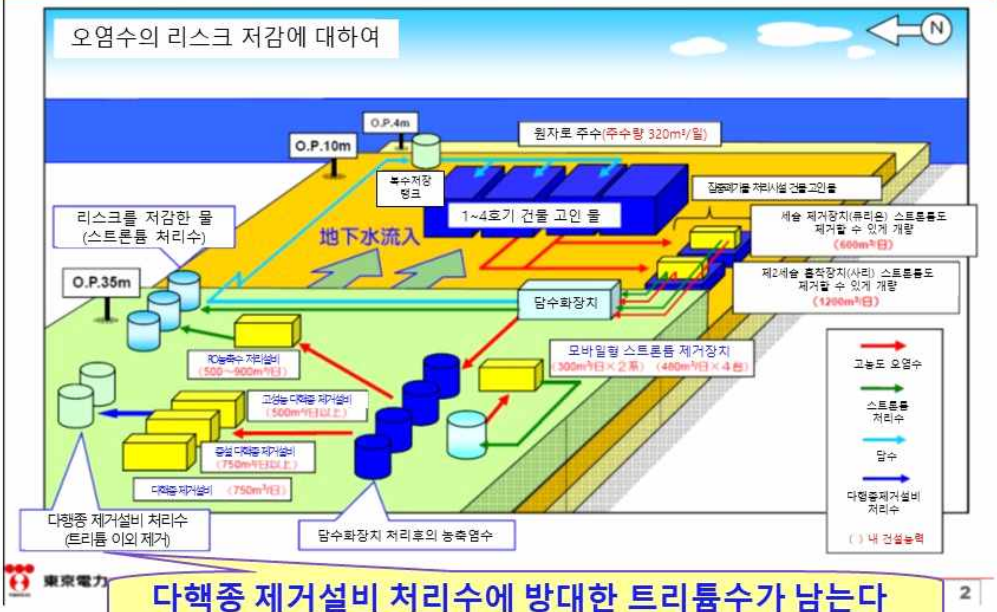
ALPS처리수와 Sr처리수 물탱크 용량 보유 수량



<물 밸런스 시뮬레이션>

11

1－2. 후쿠시마 제1원자력발전소 물 처리설비에 대하여

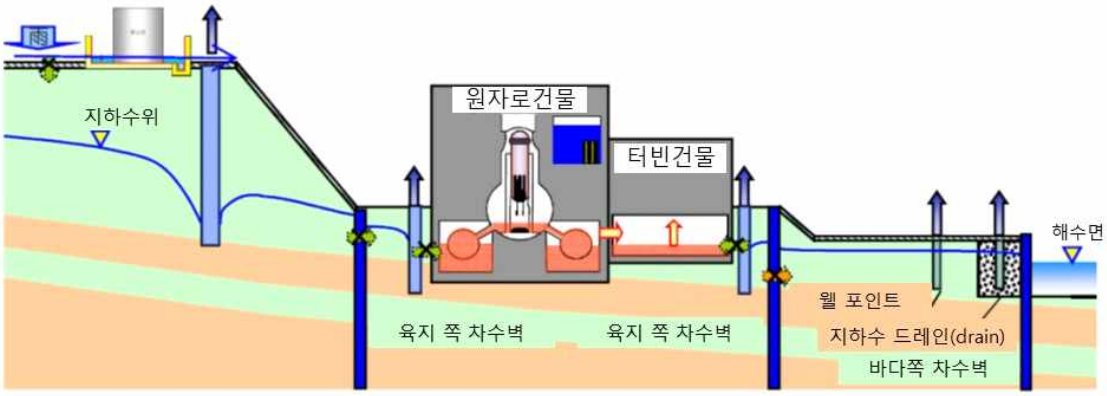


다핵종 제거설비 처리수에 방대한 트리튬수가 남는다

2

12

지하수와 빗물의 유입과 차단벽



◆지하수와 빗물이 원자로건물로 흘러들어오는 오염수를 증가시키고 있다.

◆원자로건물 밖의 지하수위를 건물 안의 수위보다 조금 높게 함으로써 원자로건물 내의 오염수가 유출되는 것을 막고 있다.

서브드레인에 의한 배수

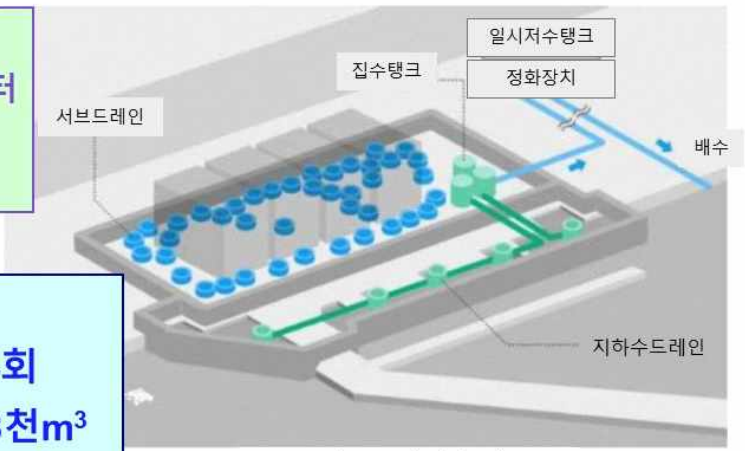
서브드레인의 상황

트리튬 분석 결과

750~790베크렐 / 리터

운용 목표

1500베크렐/리터



<2-9. 서브드레인의 개요>

누적 배수 실적

배수 횟수: 614회

배수량: 약48만8천m³

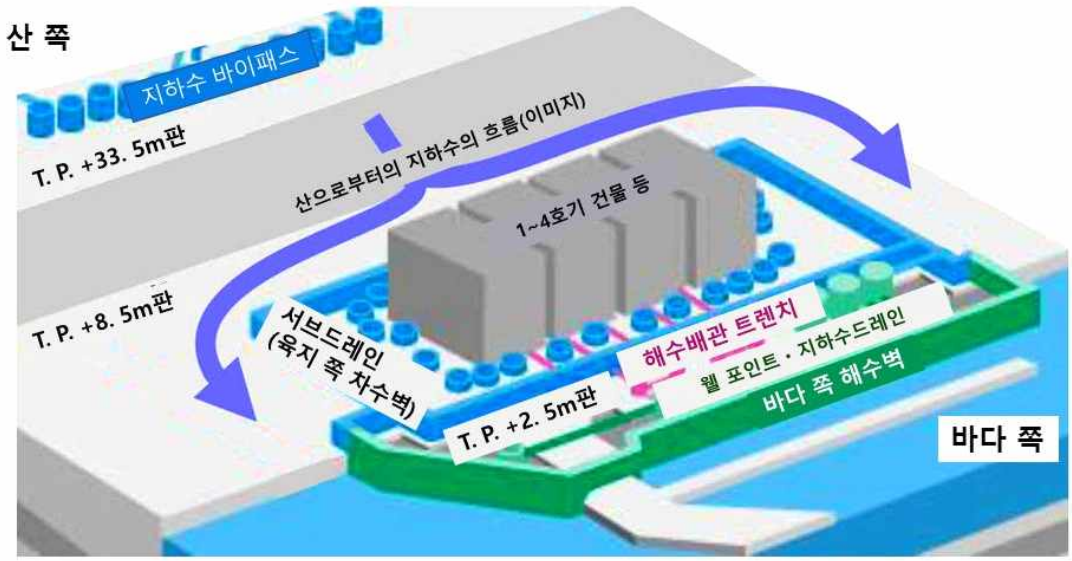
2018년 1월 31일까지(도쿄전력)

방대한 양의 트리튬 오염수를 방출해왔다.

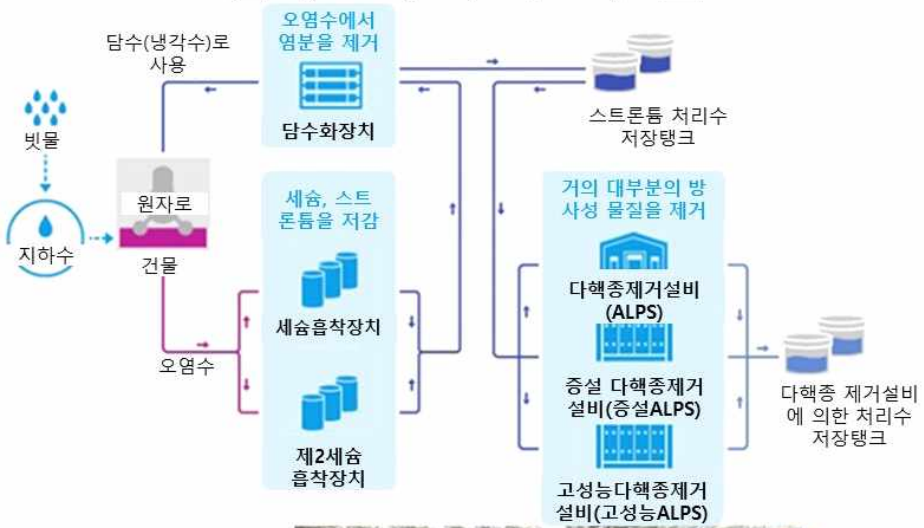
14

지하수 바이패스 서브드레인 차수벽

오염수 발생량은 약540m³/일(2014년 5월)부터 약220m³/일(2017년도 평균)까지 저감. (2020년 150m³/일을 목표)



오염수 처리 후의 물



방사성물질 제거설비



HIC에리어 건물 안 전경

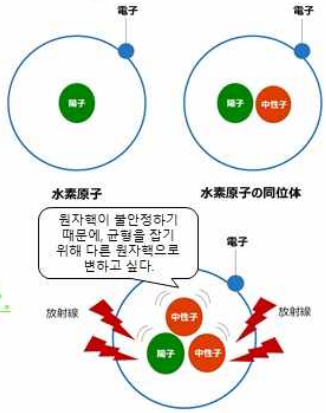
촬영일: 2014년 9월 23일 제공: 도쿄전력주식회사

16

제거할 수 없는 방사성물질 트리튬

【트리튬】이란

①삼중수소 3H 또는 T
②양자 1개＋중성자 2개
③수소의 방사성 동위체
④반감기 약12.3년
⑤β선을 내며 붕괴하여, 헬륨으로 변한다,
⑥물과 화학적 성질이 같기 때문에 분리할 수 없다.



수소원자의 방사능 동위체
'삼중수소'='트리튬'

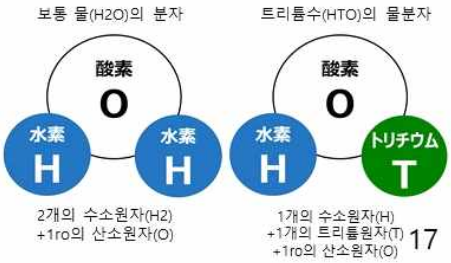
인체에 대한 영향 우려

◆외부피폭은 거의 문제 없다.

◆트리튬수(HTO)의 형태라면, 위험성은 세슘의100분의 1~1000분의 1 정도

(국제방사선방호위원회:ICRP)

◆인체의 세포핵 속에 흡입되어, 내부피폭이 우려된다.



17

트리튬의 섭취기준과 보통 때의 방출량

【나라에 따라 크게 다른 기준】

◆이론(배출기준):60,000Bq／L
◆WHO :10,000Bq／L
◆캐나다 :7,000Bq／L
(온타리오의 권고: 20 Bq／L)
◆미국 :740Bq／L
◆EU :100Bq／L

안전성이 아니라, 실제 플랜트의 배출실적을 커버할 수 있게 설정?

후쿠시마제1원전보다, 가압수형원전 쪽이 10배 이상 트리튬이 많다.
그러나 한국의 CANDU로는 중수를 사용하므로 더욱 트리튬이 많다.

【보통 운전시의 트리튬방출량】

출력 100만kW의 경수로를 1년간 운전하면, 가압수형은 약200조베크렐(2×10^{14}Bq), 비등수형에서는 약20조베크렐(2×10^{13}Bq)이 축적된다.
수소 안에 0.015%가 포함되는 중수소(2H、기호D로 나타낸다)의 중성자포획으로도 생성되지만, 수로 안에서의 트리튬생성에 대한 기여는 적지 않다. 단, 캐나다에서 개발되어 한국에 도입된 CANDU (Canada Deuterium oxide- Uranium) 로에서는 중수(D2O)를 감속제로 삼고 있기 때문에 경수로보다 대량의 트리튬이 발생한다.

(원자력자력정보실 上澤千尋)

18

묽게 하면 얼마든지 방출 가능한 기준

실용발전용 원자로의 설치, 운동 등에 관한 규칙의 규정에 기초한 선량 한도 등을 정하는 고시 (2001년, 최종 개정: 2013년) 경제산업성 고지

5Bq／L에 상당

주변 감시구역 외의 공기 중의 농도 한도	5×10^{-3} (Bq/cm3)	〔 0.005 (Bq/cm^3) 〕
주변 감시구역 외의 수중의 농도 한도	6×10^{1} (Bq/cm3)	〔 60 (Bq/cm^3) 〕

60,000Bq／L에 상당

『수중은, 60,000Bq／L까지 희석하면 방출할 수 있다』
방사성물질은, 반감기 이외에는 감쇠(減衰)하지 않기 때문에, 일단 환경으로 나와버리면, 어떻게 퍼지고, 어떻게 농축(생물농축 등)되는지 알 수 없다.

19

트리튬 테스크포스 보고서

—5가지의 트리튬처분방법을 어림계산—

◆지층주입 : (희석 후 주입 케이스)
주입만 할 때의 비용 약6,200억엔, 장기모니터링은 불명확

◆수소방출 : (전처리 없이 수소방출) 약1,000억엔

◆수증기방출 : (전처리 없이 수증기방출) 약349억엔

◆해양방출 : (희석 후 해양방출 케이스) 약34억엔 가장 싼 방법

◆지하매몰 : (전처리 없이 깊은 지하매몰) 약2,533억엔

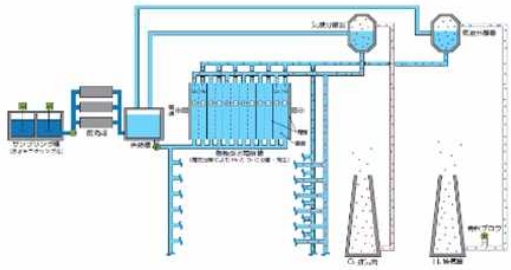
끝으로(발췌)

･･･트리튬수의 취급을 기술적 관정에서 검토한 것･･･또한, 풍설에 큰 영향을 미친다는 점에서, 앞으로 검토를 할 때는, 성립성, 경제성, 기간 등의 기술적인 관점에 더하여, 풍설 피해 등 사회적인 관점도 포함하여,종합적으로 검토를 추진했으면 한다.

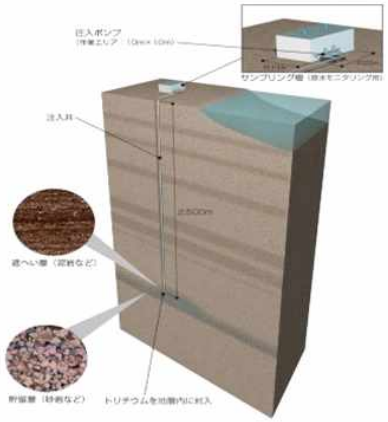
20

5가지의 트리튬 처리방법(1)

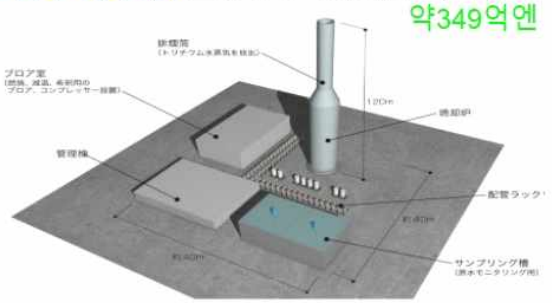
약1,000억엔
【수소방출】전기분해로 7만Bq/L 대기방출



약6,200억엔
【지층주입】깊이 2500m의 지층으로

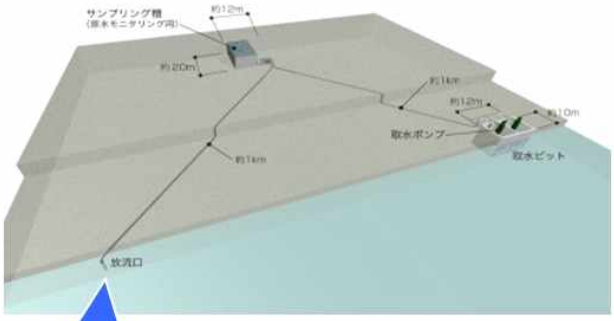


【수증기방출】고온수증기5Bq/L 대기방출
약349억엔



5가지의 트리튬 처리방법(2)

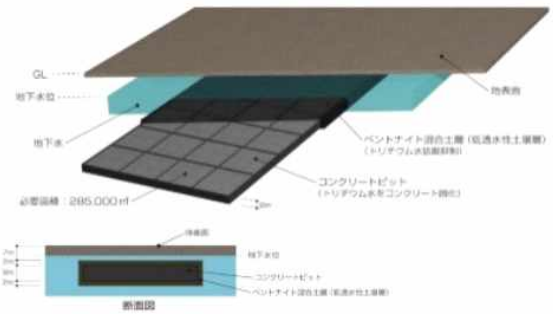
【해양방출】희석해서 해양으로(6만Bq/L) 약34억엔



2018년 여름, '해양방출'이 현실적이라며 공청회 ⇒각 공청회에서 주민, 어민이 맹반대하여, 재검토하기로 됐다.

취수피트에서 떨어진 곳에 방출구를 만들어 해양으로 방출

【지하매설】약2,533억엔



공장완성형 대형탱크의 예



* 용접구조
* 직경 약12m
* 높이 약12.5m
* 용량 약1,220m³
* 무게 약90톤

대부분의 탱크는 직경8m～10m정도 높이10m～12m정도



공장에서 만들어 배로 반송

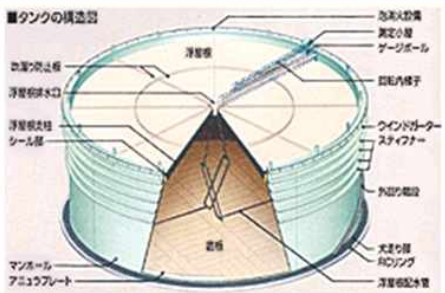
히타치(日立)조선(주) 제공

23

석유비축·지상탱크 방식의 예

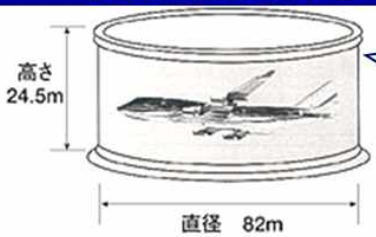


시부시 만(志布志湾)



도마코마이(苫小牧) 동부, 시부시(志布志), 무쓰오가와라(むつ小川原), 후쿠이(福井)

용량 11.5만kL

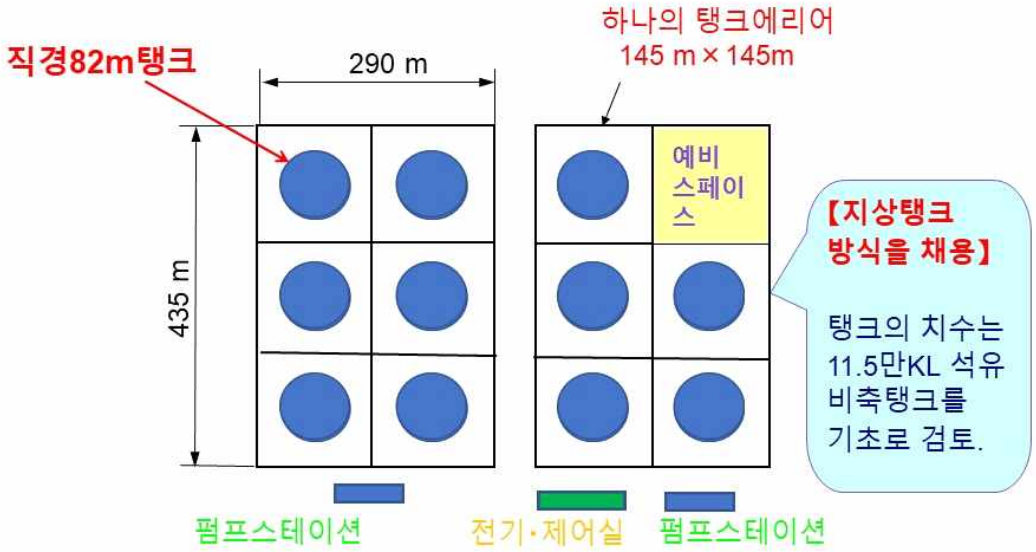


일본에서는 10만m³를 넘는 대형 석유비축탱크가 많이 건조되어 있다.

1kL＝1m³

24

트리튬수 탱크의 배치 제안

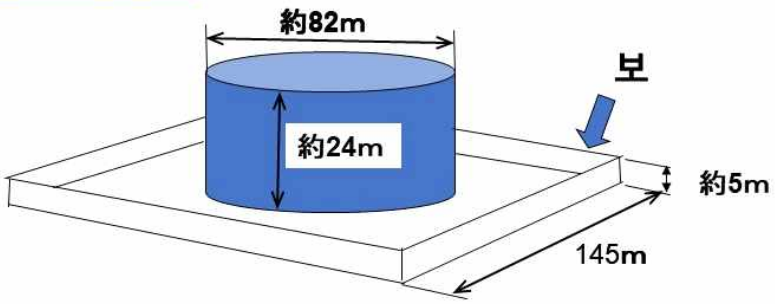


탱크 배치는 전형적 예로 2블록으로 한다.

10万만톤급 트리튬수 저장탱크를 제안

－석유비축탱크의 실적으로 보아 충분히 기술적으로 가능－

트리튬수 저장탱크



지진 등으로 탱크가 부서져서, 트리튬수가 샜을 경우에 대비하여, 주위에 보를 만들고 보 주위에 탱크 안의 전량의 트리튬수를 저장할 수 있다.

26

방대한 양의『플렉컨팩』이 산적



【플렉컨팩】

플렉시블 컨테이너 팩의 약자. 토양이나 초목 등 제염으로 생긴 방사성폐기물을 모아서 보관. 중간저장시설로 옮겨, 30년 보관한 후, 현 밖에 건설 예정인 최종 처분 시설로 반출할 계획. 크게 늦어지고 있다

◆후쿠시마 현 내의 제염으로 나온 오염토는 2021년도까지 1400万m³ 이상(도쿄돔 11개분)이 된다. 귀환 곤란 구역의 제염이 진행되면 더욱 늘어난다.



오염수 문제 정리

①트리튬은 방사성물질로 보통 때에도 방출하고 있는데 후쿠시마사고에서는 대량.

②트리튬의 안전성은 확인되지 않았다. 환경으로의 방출관리기준은 애매모호.

③트리튬의 방출허용기준은 농도로 관리.「총량규제를 해야 한다」고 생각한다.

④트리튬은 제거할 수 없다. 수십년이 지난 후에는 기술개발 가능성이 있을 수 있다.

⑤처리 후 오염수의 용량이 100만톤을 넘어도 오염수를 저장할 방법은 얼마든지 있다. 법적으로는 부지내에 한하지 않는다. 어디까지나 지역 동의와 경제성의 문제.

⑥석유비축탱크와 같이 10만톤급 대형탱크를 만들고 저장함으로써, 방사능의 감쇠를 내다볼 수 있고, 트리튬의 처리기술이 개발될 가능성도 있다.

⑦트리튬방출 풍설피해도 우려된다. 특히, 아시아로의 해산물 또는 농산물 등의 수출에도 큰 경제적 영향을 미칠 수 있다.

◆지금, 어민의 반대도 있는 가운데, 당장 트리튬 해양방출을 할 필요는 없고, 기술적으로도 경제적으로도 장기저장으로 대응 가능하다.

◆일본정부는, 2020년 도쿄올림픽을 위해 후쿠시마사고의 영향을 왜소화하려고 하고 있다. 후쿠시마사고는 끝나지 않았다 !

28

아시아에서 탈원전의 외침을！

—한일 탈원전운동의 연대를 모색하자—

◆원전은, 지진・쓰나미 등 자연현상만이 아니라, 기계의 고장이나 인위적 실수(휴먼 에러), 테러공격이 원인이 되어 일어나며, 대규모 방사성물질의 방출사고를 피할 수 없다. 원전사고는 언제 일어날지는 알 수 없지만, 과학적・기술적으로 필연이다.

◆원전의 방사능은 대기 중, 지, 수중(지하수, 하천, 바다) 온갖 것을 오염시킨다. 완전히 무해화하는 데에, 백년에서 수만년이나 걸린다.

◆원전사고의 피해는 국경을 넘는다. 후쿠시마사고에서는, 주로 방사능은 동쪽(태평양)으로 흘렀는데 그래도 많은 피해를 냈다. 한국이나 중국에서 원전사고를 일으키면, 자국만이 아니라 일본 외 주변국에게 막대한 피해를 준다. 한국의 원전에서 일본의 큐슈까지는 아주 가깝다.

◆원전사고의 리스크와 고농도방사성폐기물질의 처분 문제는, 다른 원전이 갖는 메리트(경제성？), 환경부하(？)등 비교가 안 된다.

들어주셔서 감사합니다



『원전 제로사회로의 길』2017



『원전의 안전기준은 어때야 하나』

「원자력시민위원회 **홈페이지**」를 보십시오。

30

HARBOR BUSINESS Online>

元原発技術者が「放射性トリチウム汚染水を薄めて海洋放出する」方針を批判

2018.09.02

中山貴久子

「薄めて基準値以下にすれば海洋放出できる」と原子力規制委員會



トリチウム汚染水の海洋放出に異を唱える、元原發技術者の後藤政志さん

東京電力福島第1原發でたまり續けている放射性トリチウムなどを含んだ大量の汚染水。原子力規制委員會は、この汚染水を「海洋放出が唯一の選擇肢」として、年內放出への決斷を迫っている。

8月30日に開催された福島縣富岡町の公聽會では、漁業關係者を中心に「福島縣の漁業に壞滅的な打擊を与える」などと海洋放出に反對する聲が相次いだ。

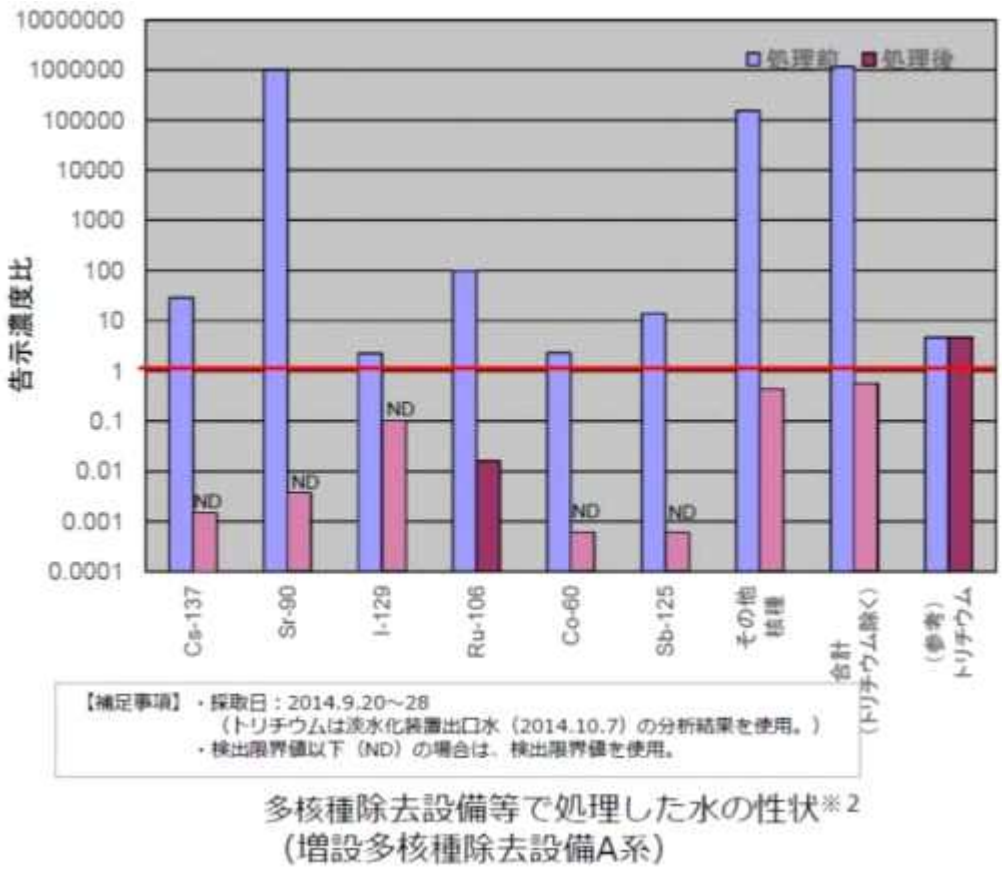
その公聽會の前日に行われた緊急學習會では、元東芝・原發技術者の後藤政志氏が「トリチウム汚染水を大型タンクに100年以上備蓄し、線量が減衰するまで保管する方法が現實的だ」と訴えた。人や環境に對する危險性についてさなざまな見解があるが、必ずし

も安全が確認できていないのがトリチウムという放射性物質だ。

しかしこの大型タンク案に對し、東京電力は「汚染水を貯藏する敷地が足りなくなる」とも主張、檢討するにも至っていない。

「基準値以下」のトリチウム水を流す米國イリノイ州では、原發周辺に暮らす住民の腦腫瘍や白血病が30％以上增え、小兒がんは約2倍に增えたとの報告がある。それでも經濟産業省は「トリチウムは人体への影響がセシウムの700分の1で、海外でも放出しており安全」だとし、原子力規制員會は「薄めて告示濃度以下にすれば放出できる」という立場をとっている。

「置き場がなく、海洋放出しかない」と急ぐ政府



東京電力が「トリチウム以外は除去されている」と發表した公聽會でのグラフ（第1回多核種除去設備等處理水の取扱い關する小委員會資料より）

後藤氏は、この見解について異を唱える。

「トリチウムの安全性はまだ確認できていません。光合成によって有機結合型トリチウムになるとさらに危険性が高まります。さらに放射性物質による汚染から海洋環境を守るとした『ロンドン條約』違反でもあります。

いくら薄めた（基準値以下にした）としても、日常的に放出される分に加えて備蓄された1000兆ベクレルが海へ投棄されるとなると、總量の問題も出てきます。

そのため放射線量が1000分の1に減衰する123年間、大型タンクに保管しておくのが妥当。その大型タンクの技術はすでにある。2021年までの133万トンは、原發敷地のスペースで全て保管することも可能です」（後藤氏）

容量10万キロリットル級のタンクを、予備タンク1基を含めて11基建設する。漏えい對策に145メートル四方で高さ5メートルの堰を設ける。スペース的にも効率が良く、原發敷地內にある既存の1000キロリットル級タンクの敷設內に收まるという。

薄めて海洋投棄するよりも良い方法があるのに……

後藤氏はもともと海底石油開發などの特殊船舶・海洋構造物の設計技師で、石油備蓄タンクの實例をもとに檢討した。

「足りなければ、7号機8号機建設予定地もある。洋上タンク方式をとれば133万トンの容量は大した量ではない。確かに予算的には海洋放出が34億円と最も安価ですが、他の地下埋設2500億円といった経産省案と比べると、大型タンク案は330億円と妥当な額です。これを無視して海洋放出するなどあり得ない」（後藤氏）

漁業關係者が海洋放出に反對、漁業に對する風評被害が廣がることは避けられない。そんな狀況で「薄めさえすれば流せる」と、これ以上のトリチウム汚染水を海洋放出させてよいものだろうか？ ＜文・寫眞／中山貴久子＞

전 원전기술자가 '방사성 트리튬오염수를 희석하여 해양 방출하는' 방침을 비판

2018.09.02.

나카야마 기쿠코(中山貴久子)

"희석해서 기준치 이하로 하면 해양 방출할 수 있다"고 원자력규제위원회

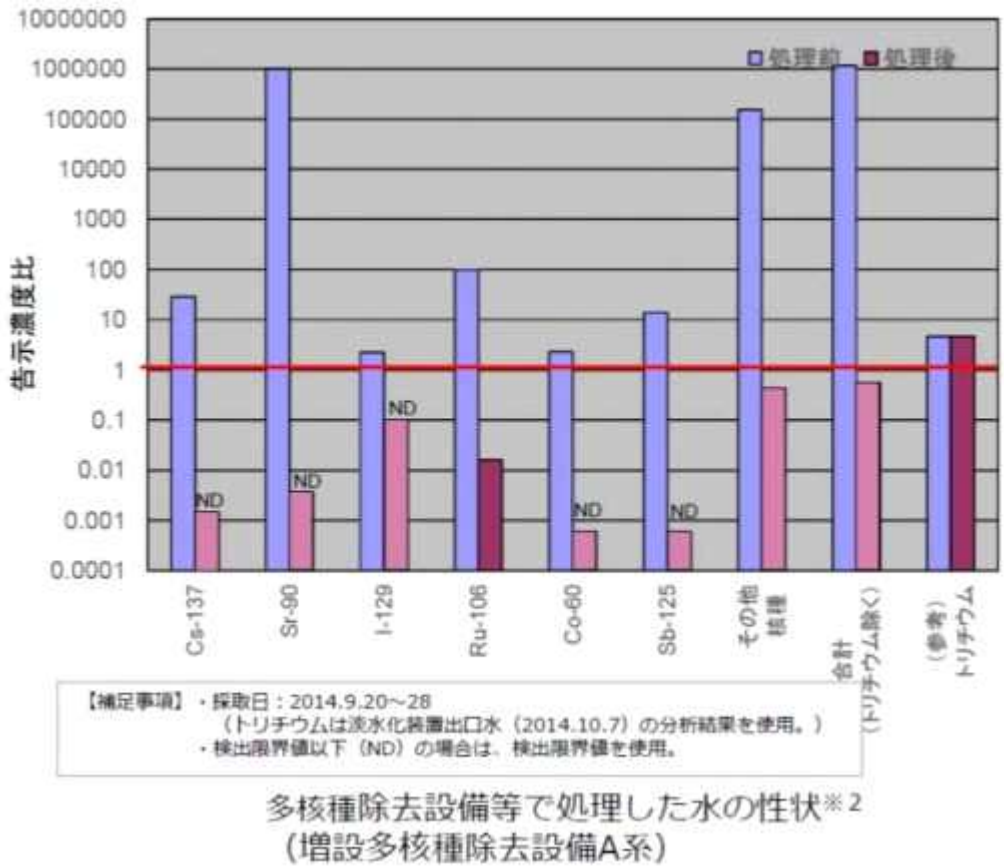


트리튬오염수의 해양 방출에 이견을 말하는, 전 원전기술자 고토 마사시 씨

도쿄전력 후쿠시마 제1원전에서 계속 늘어나고 있는 방사성 트리튬 등을 포함한 대량의 오염수. 원자력규제위원회는 이 오염수를 '해양 방출이 유일한 선택지'라며 연내 방출 결단을 촉구하고 있다. 8월 30일에 개최된 후쿠시마 현 도요오카 초(豊岡町)의 공청회에서는 어업 관계자를 중심으로 "후쿠시마 현의 어업에 괴멸적인 타격을 미칠 것이다" 등 해양 방출에 반대하는 목소리가 연이었다. 그 공청회 전날 열린 긴급학습회에서는 전 도시바 · 원전기술자 고토 마사시 씨가 "트리튬오염수를 대형 탱크에 100년 이상 비축하여 선량이 감쇠하기까지 보관하는 방법이 현실적이다"라고 호소했다. 사람이나 환경에 대한 위험성에 대해 다양한 견해가 있는 가운데, 안전이 확실하게 확인되지 않은 것이 트리튬이라는 방사성물질이다. 그러나 이 대형탱크 안(案)에 대해 도쿄전력은 "오염수를 저장할 부지가 부족하다"고 주장, 검토하려고도

하지 않는다. ‘기준치 이하’의 트리튬수를 흘려보내는 미국 일리노이주에서는 원전 주위에 사는 주민의 뇌종양과 백혈병이 30% 이상 증가, 소아암은 약 2배로 늘어났다는 보고가 있다. 그래도 경제산업성은 “트리튬은 인체에 대한 영향이 세슘의 700분의 1로, 해외에서도 방출하고 있으며 안전”하다고 하고, 원자력규제위원회는 “희석해서 고지농도 이하로 하면 방출할 수 있다”는 입장을 취하고 있다.

“둘 곳이 없어서 해양 방출밖에 없다”고 서두르는 정부



다핵종제거설비로 처리한 물의 성상(性狀)

도쿄전력이 “트리튬 이외의 것들은 제거되었다”고 발표한 공청회에서의 그래프(제1회 다핵종제거설비 등 처리수 취급에 관한 소위원회 자료에서)

고토 씨는 이 견해에 대해 이견을 말한다.

“트리튬의 안전성은 아직 확인되지 않았습니다. 광합성에 의해 유기결합형 트리튬이 되면 더욱 위험성이 높아집니다. 게다가 방사성물질에 의한 오염에서 해양 환경

을 지키겠다는 '런던조약'에 대한 위반이기도 합니다. 아무리 희석했다(기준치 이하로 했다)고 해도 일상적으로 방출되는 분량에 더하여 비축된 1000조 베크렐이 바다에 투기되게 되면 총량의 문제도 생깁니다. 따라서 방사선 양이 1000분의 1로 감쇠하는 123년간 대형탱크에 보관해두는 것이 타당하며 그 대형탱크의 기술은 이미 있습니다. 2021년까지의 133만t은 원전 부지 공간에서 모두 보관하는 것도 가능합니다."(고토 씨) 용량 10만kl급 탱크를, 예비 탱크 1기를 포함하여, 11기 건설한다. 누수 대책으로 사방 145m, 높이 5m의 보를 설치한다. 공간 면에서도 효율이 좋고, 원전 부지 내에 있는 기존의 1000kl급 탱크의 부설 정도로 수습될 것이다.

희석하여 해양 방출하는 것보다 좋은 방법이 있는데……

고토 씨는 원래 해저 석유개발 특수선박 · 해양구조물의 설계기사로, 석유비축탱크의 실례를 기초로 검토했다. "부족하면 7호기 8호기 건설예정지도 있다. 해상 탱크 방식을 취하면 133만t의 용량은 대단한 양이 아닙니다. 확실히 예산 면에서는 해양 방출이 34억 엔으로 가장 싸겠지만, 다른 안인 지하매설 2500억 엔이라는 경제산업성 안과 비교하면 대형탱크 안은 330억 엔으로 타당한 금액입니다. 이것을 무시하고 해양 방출하는 것은 있을 수 없습니다."(고토 씨) 어업관계자가 해양 방출에 반대하고 있으며, 어업에 대한 풍문 피해가 확산되는 것은 피할 수 없다. 그런 상황에서 "희석하기만 하면 흘려보낼 수 있다"면서 트리튬오염수를 해양 방출해도 좋은 것일까? ＜글 · 사진／中山貴久子＞



홈페이지 : http://cafe.daum.net/earthlifesilkroad (국문)
https://liferoad.org/ (영문), https://www.facebook.com/liferoal.org/ (SNS)
연락처 : 순례단장 이원영 leewysu@gmail.com 010-4234-2134
후원계좌 : 신한은행 110-310-889298 이원영