

“日本福岛核电站污水泄漏” 情报信息综述

上海市民防科研所

2013年4月15日

目 录

导言

一、日本福岛核电站污水泄漏的由来.....3

二、福岛核电站污水泄漏的最新情况.....6

三、福岛核电站污水泄漏的危害

（一）核电站污水泄漏对日本本土的危害.....7

（二）专家学者就核污水泄漏对日本民生影响的深度分析.....9

（三）核污水流入海洋对中国海域的危害.....23

（四）中国科研机构对核泄漏产生放射性物质的分析.....26

（五）核辐射对人体健康影响的常识.....32

四、综述结论及建议

（一）核污水泄漏尚未对中国海洋环境造成影响.....35

（二）食用辐射鱼可危害健康但我国尚不受影响.....36

（三）公众防护建议.....38

附录（见光盘）

1. 日本 2011 年 3 月 11 日大地震应急反应

——日本内阁府紧急灾害对策本部汇总

2. 日本灾害管理

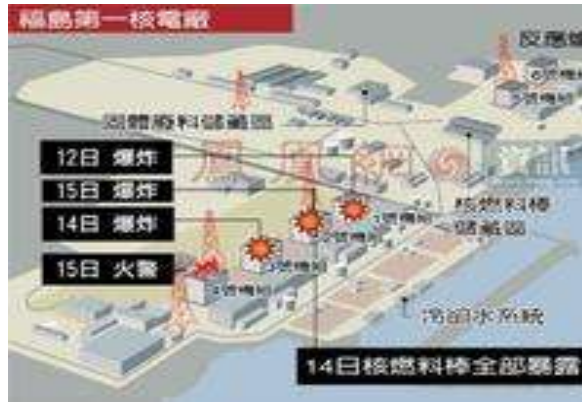
3. 美国国家核（放射性）突发事件应急管理机制

导言：援引日本共同社报道，东京电力公司 2013 年 4 月 9 日宣布，作为 2 号蓄水池污水转移地的 1 号蓄水池也发生了泄漏。这是自 2011 年 3 月福岛核电站 2 号机组发生“核泄漏”事故以来，“核事故”的恐怖阴云再“飘”回到公众的视野。近期，韩、美、俄、日多边频繁军演、朝“核”动作不断，东北亚局势动荡进一步加剧，战争一触即发。此背景下曝出日本核污水泄漏事故，其原因和最新情况引起公众关注。核污水渗入地下将对日本民生乃至全世界有哪些影响？核污水流入太平洋对海洋生态链将有何灾害性破坏？公众该如何正确认识和防护“核泄漏”带来的辐射伤害等等，本综述将结合最新动态进行一一分析。

一、日本福岛核电站污水泄漏的由来

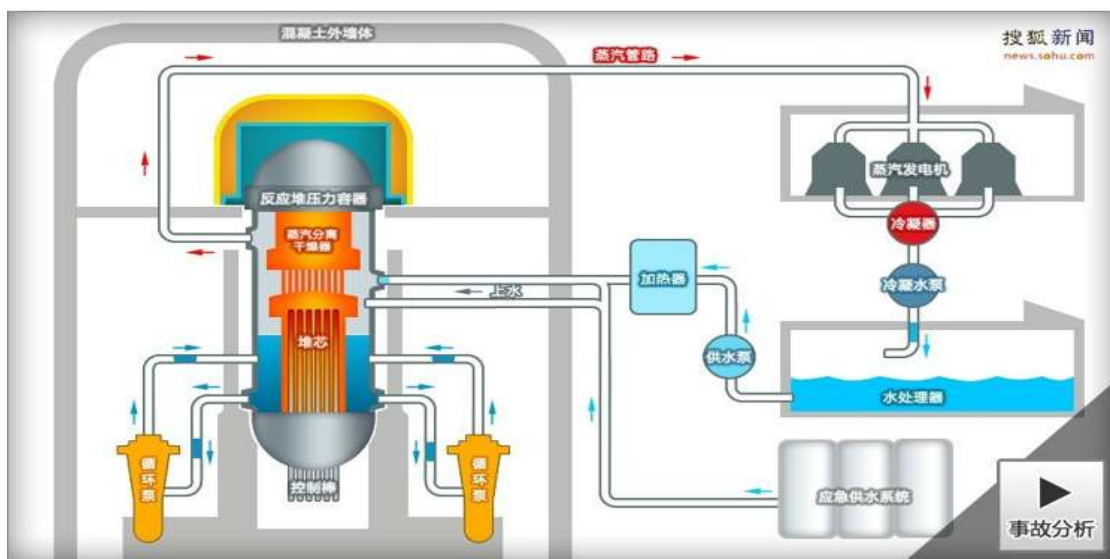
2011 年 3 月 11 日，日本福岛第一核电站 1 号反应堆所在建筑物爆炸后，日本政府于 13 日承认，在大地震中受损的福岛第一核电站 2 号机组可能正在发生“事故”，机组内的高温核燃料正在发生“泄漏事故”。该核电站的 3 号机组反应堆面临遭遇外部氢气爆炸风险。目前，共有 21 万人正紧急疏散到安全地带。

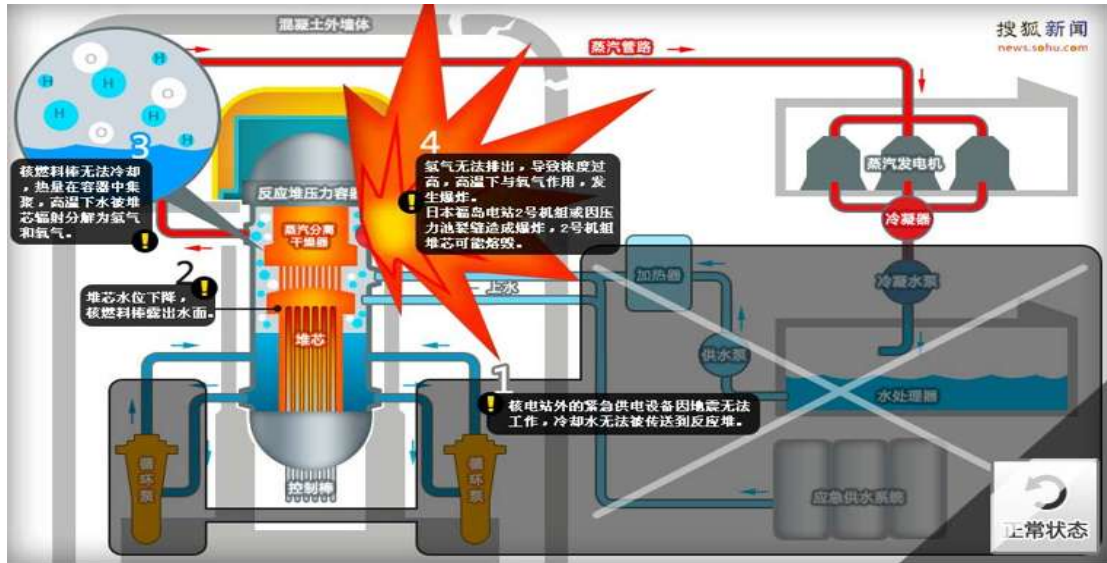
福岛第一核电站共有三座反应堆因冷却系统停止工作发生险情。



12日，日本内阁官房长官枝野幸男表示，2号核反应堆情况很不乐观。由于救援人员无法进入反应堆内查看情况，人们只能推测，这座反应堆的燃料棒“很可能”发生了泄漏现象。一旦反应堆温度超过2200摄氏度，反应堆中的核燃料将“融化”，引起核泄漏事故。

13日，枝野幸男警告说，福岛第一核电站3号机组反应堆面临遭遇外部氢气爆炸风险。运营商日本东京电力公司(以下简称“东电”)已采取排气减压、灌注淡水等措施处理。虽然温度一度冷却，但3号机组的水位还是直线下降，导致核燃料棒暴露出来。与此同时大量的氢气聚集在顶部，这种局面和1号机组发生的氢气爆炸十分相似。





2011年4月4日，福岛第一核电站的运营商“东电”称，该公司计划将11500吨含有放射性物质的污染水倒入大海，以释放存储空间，使发生核泄漏事故的福岛第一核电站能够存放浓度更高的污染水。

“东电”发言人表示，这些准备倾倒入海的水仅含有微量的放射性物质。日本内阁官房长官枝野幸男在电视新闻发布会上说：“作为安全措施，我们将不得不把受到放射性物质污染的水排入海洋，除此之外我们别无选择。”



福岛第一核电站2号机组的含高浓度辐射物质积水2日确认已通过混凝土墙壁的裂缝渗出反应堆，直接流入太平洋。“东电”决定从3日下午开始使用能够吸收水分的特殊材料，阻止高辐射污水继续排放进大海。但据日本媒体报道，目前来看这一措施收效不大，流入大海的污水流量并没有明显减少。

二、福岛核电站污水泄漏的最新情况

日本福岛核电站1至3号蓄水池或发生污水泄漏

2013年4月5日，福岛第一核电站一储水池发生污水泄漏事故，维修人员自6日起，开始使用5台水泵进行污水转移作业，目前已成功转移13000吨污水，但是仍有47吨发生了泄漏。事故发生3天以来，泄漏污水总量约167吨。



4月9日，就日本东京电力公司福岛第一核电站内地下蓄水池辐射污水泄漏问题，日本原子能规制厅表示，在将污水从已出现问题的2号蓄水池转移至1号池时，发现1号池可能也存在泄漏问题。目前，经确认，核电站3号蓄水池也发生了污水泄漏。

这个核电站共有七个铺有黏土的大型蓄水池，长60米，宽53米，深6米。每个池子都铺有三层防水内衬，污水泄漏之谜要到抽干池子检查后才能解开。

“东电”公司高级官员小野正幸在近日记者会上表示，核电站很难在临时槽罐中储存全部放射性污水。这是2011年12月该核电站宣布关闭以来“放射性物质泄漏量最大的一次”。约120吨含有7100亿贝克勒尔放射性物质的污水可能渗入福岛第一核电站的地下。公司没有解释这些污水最终会流向何处。

三、核污水泄漏的危害

（一）核电站污水泄漏对日本本土的危害

1. 福岛核电站再发高浓度放射性污染水泄漏事件

2012年10月15日，日本福岛第一核电站再次发生高浓度放射性污染水泄漏事件，由于现场辐射量非常大，所以修复工作难以进行。

福岛核反应堆可能出现泄漏的三个机组中，1号、2号机组使用的是浓缩铀，而3号机组则藏有危险性比浓缩铀高出200万倍，由88吨钚元素和铀元素混合而成的非常规核燃料。这种燃料一旦外泄，会对环境构成长远的影响。人体吸收以后将不断地曝露于辐射当中，患癌的几率大增。

这种混合燃料是由退役的核武制成的，目前世界上有 20 个国家仍在使用。这种高放射性污染水是否泄漏到外部，甚至进入海洋，这是问题的至关重要的一环。

2. 福岛核事故时隔两年核电站周边污染依然严重

据日本新华侨报网称，自日本福岛第一核电站发生核泄漏事故后，周边的污染情况倍受关注。日本环境省最新的一项调查显示，时隔两年，福岛核电站周围依然残存着高浓度的放射性物质。福岛县双叶町农用蓄水池内，放射性物质铯浓度达到 56 万贝克勒尔。

报道称，2012 年 12 月至 2013 年 3 月，日本环境省检测了福岛县内河流和湖泊水底泥土的铯浓度。4 月 1 日，环境省发布检测结果报告称，福岛县双叶町农用蓄水池池底泥土平均 1 千克含 56 万贝克勒尔铯，放射性物质含量最高。

据悉，该蓄水池距福岛第一核电站约 10 公里。环境省上一次检测是在 2012 年 9 月至 11 月，当时检测的放射性物质铯浓度为 79 万贝克勒尔。虽然此次检测的放射性物质浓度比上一次有所下降，但依然处于较高水平。环境省分析称：“虽然放射性物质浓度整体呈现下降趋势，但核电站周围地区依然残留着高浓度的放射性物质。放射性物质变化存在着差异。”

此次调查中，日本环境省对 216 个地点进行了检测。浪江町农用蓄水池铯浓度也依然较高，为 9 万 8 千贝克勒尔。放射性物质浓度最高的河流是浪江町请户川，为 2 万 3700 贝克勒尔。

此外，大熊町农用蓄水池水也被检测出含有较高浓度的放射性物质，铯浓度为每公升 100 贝克勒尔。环境省还公布了千叶县、

埼玉县、东京都的河流、海洋等 67 个地点放射性物质调查结果。放射性物质浓度最高的是千叶县柏市大津川河底土壤，为每千克 1 万 4200 贝克勒尔。

（二）专家学者就核污水泄漏对日本民生影响的深度分析

2011 年 3 月福岛核危机前景晦暗，解决无期，对于日本来说确实当得起史上最严重的灾难一说。事情从天灾拖成人祸，危机重重接踵而来，现在更拖到人类素手无策，坐等发展的地步，对我们来说是深刻教训。专业人士（fleurrriste）从相对保守的角度出发，着眼污染的扩散和核污染对于日本民生经济的影响两方面，首先探讨的是福岛周边的情况，再在事态发展的基础下，试图探讨未来对于日本农业渔业等各方面的冲击。

1. 水污染扩散

（1）污水泄漏

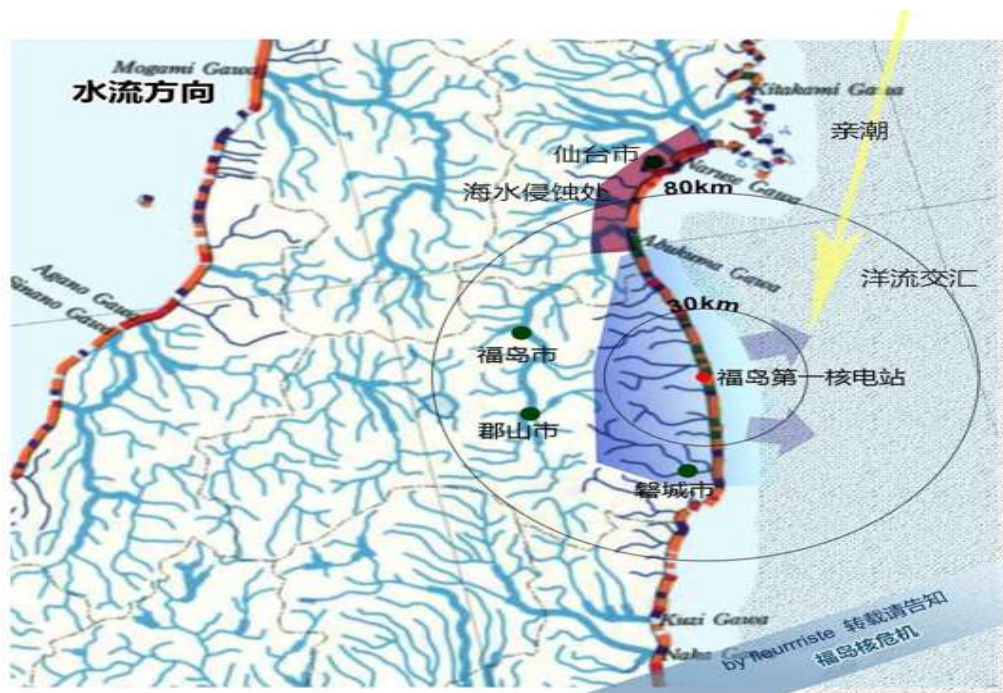
核电辐射对日本的影响渠道，目前来看主要还是空气核粉尘传播和水污染。水源污染有两种可能性，一种是带高放射性的污水泄漏，一种是核粉尘沉降到地面带入水流。当然这些问题的答案于当地的地理环境息息相关，其地势地貌、水流方向、水网联通情况都将对污染程度产生决定性影响。

污水泄漏，甚或现在已经发生的污水倾倒，主要将进入大海，随着洋流不断扩散污染整个东日本近海，并进一步向俄罗斯东岸和北美西岸拓展。这种扩散究竟会在日本沿海产生什么样的后果？洋流究竟是往哪个方向前进？会否进入中国内海？是否会侵袭沿海土壤？

①在福岛北部，主要的直接影响对象就是石卷湾的仙台市-

松岛市-石卷市一带。仙台附近海域是日本的主要渔场之一，以前洋流交汇聚集的是鱼，今后聚集的将是辐射物质。

从下图里面可以看到，这一块区域由于被阿武隈高地阻挡，形成一个相对独立的水系，主要的流向都是向大海。甚至和磐城市之间也有一个小小的山坡，所以两者并不相连。因此泄漏出来的污水主要污染的方向依然是大海，会对日本东北部渔业造成致命打击。



另外，由于这次地震导致了日本大陆沉降，更严重的问题可能是海水侵蚀。万一再次发生大地震导致海水倒灌，很可能入侵土壤和地下水。这取决于在海水中核污染的传播能力，以及海啸造成的水位增减情况。

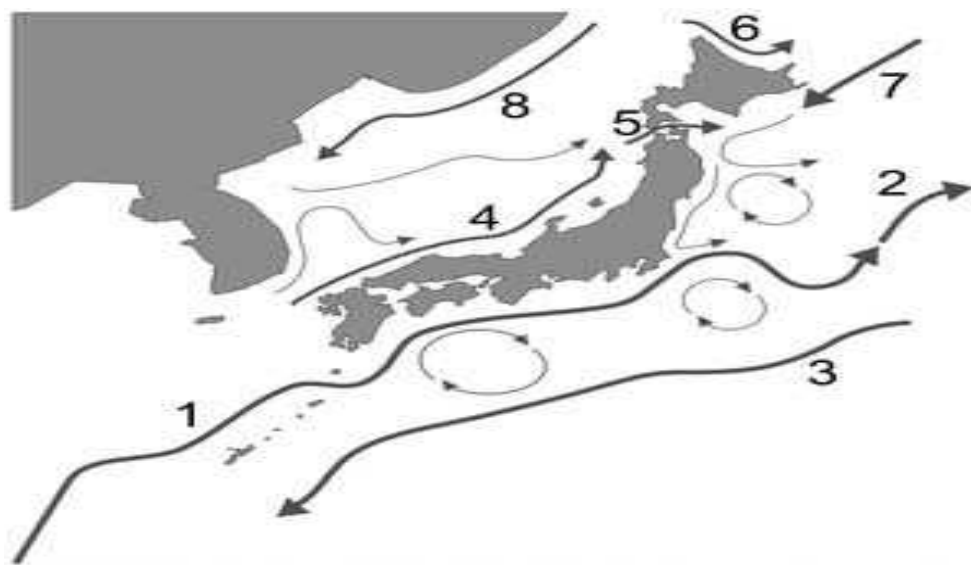
幸运的是，这次地震主要冲击的地点是宫城县和岩手县，那里地势高耸人烟稀少，自古为偏远地区，主要城市也不在海边。所以即使有几个城市，所受灾害也有限，仅对林业有一定影响。

日本东京都目黑区的测量公司“Pasco”30日分析卫星数据

结果显示，在东日本大地震发生 2 周后，宫城县沿岸在海啸来袭后淹水的地区有约 70% 依然积水不退。该公司称：“地面下沉是主要原因。”

日本国土地理院表示，在大地震引发的地壳变动中，宫城县南三陆町较之前下沉了 75.3 厘米，石卷市则下沉了 67.4 厘米。因此，海啸带来的海水无法消退，也阻碍了搜救活动。若因涨潮等水位上升，今后被水淹没的范围还有可能扩大，这也将影响当地住宅等的重建工作。

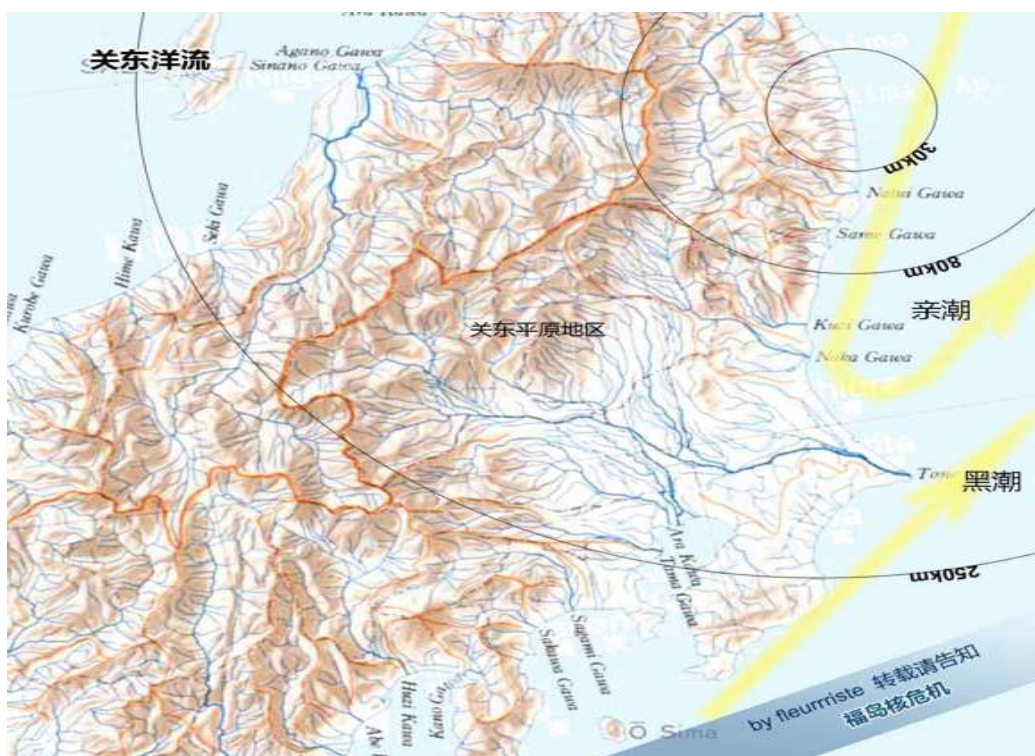
②虽然北太平洋洋流的主要方向是自西南向东北，但是在东日本附近并不完全如此。中国沿海至西日本的北太平洋洋流的主力是黑潮，它自菲律宾开始，穿过台湾东部海域，沿着日本往东北向流，在与亲潮相遇，形成北太平洋洋流之后，东向绕北太平洋直奔北美而去。亲潮是一股亚极地的冷洋流，自北极海逆时针方向向南经由白令海流往西北太平洋，比自南向北的黑潮更贴近东北日本海岸，两潮汇合的地点正在东京与千叶县以西。



日本列岛近海海流
1. 黑潮 2. 黑潮续流 3. 黑潮再循环流 4. 对马暖流 5. 津轻暖流 6. 宗谷暖流 7. 亲潮 8. リマン (Liman) 寒流

③福岛向南一路沿海为茨城和千葉两县，然后拐弯向内就是东京湾。由于海啸到此地高度已经大减，除海岸线附近以外并没有向内陆造成过大的灾害。根据资料，在福岛附近的亲潮会先向南经过以上两县，然后再回头拐向东北方向。因此，茨城县的沿海地区将会受到污染。日本从这里开始往南，人口开始变得密集起来，成田机场就在该海岸线附近。鉴于强劲的黑潮的存在，使得千葉县以东的日本近海可能不会遭受严重污染。

值得注意的是，整个东京平原是日本最主要的土地沉降区域，沿海围海造田的土地在这次打击中出现了沉降和液化的现象，万一在附近区域再次发生地震海啸余震，很难想象污染会扩大到什么地步。



④大家似乎都很关注是否会波及到中国，就查到的资料而言，基本上没有太多影响。整个东亚的洋流都是自南向北，所以从外海流系基本上没有从福岛南向中国的可能。

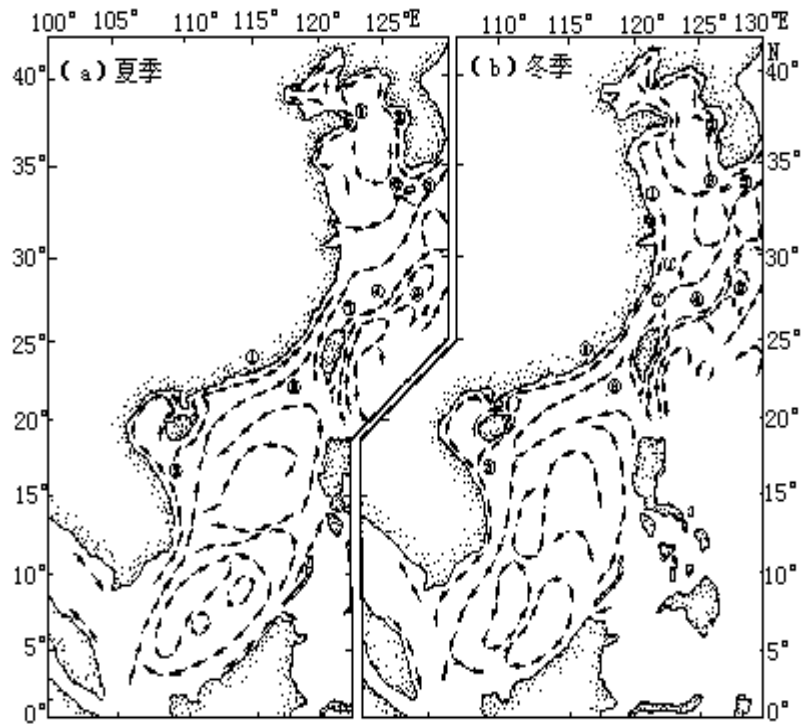
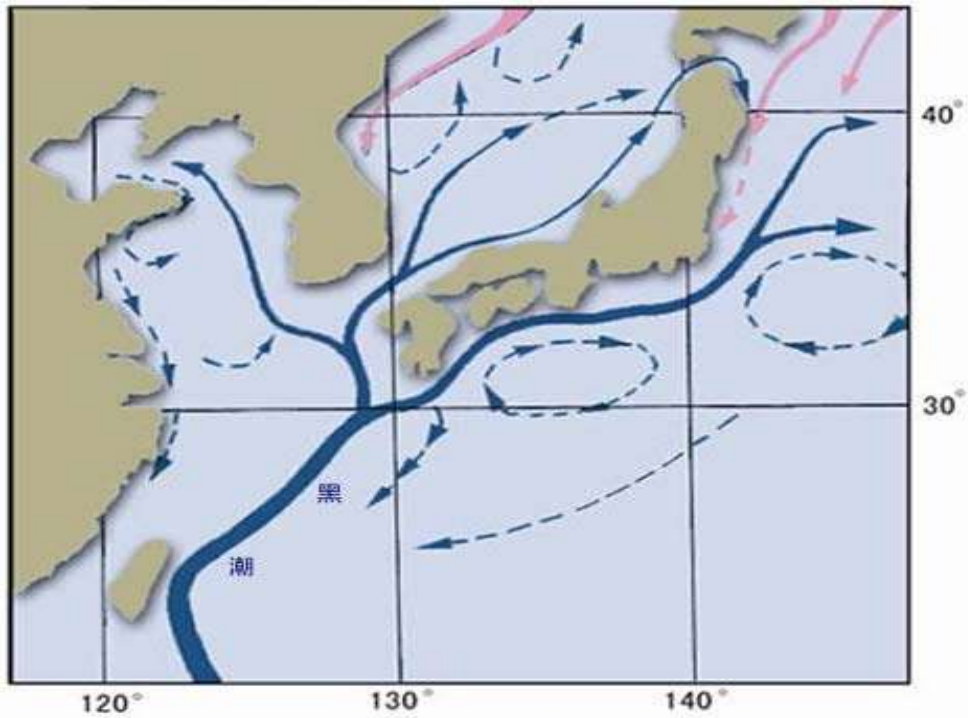
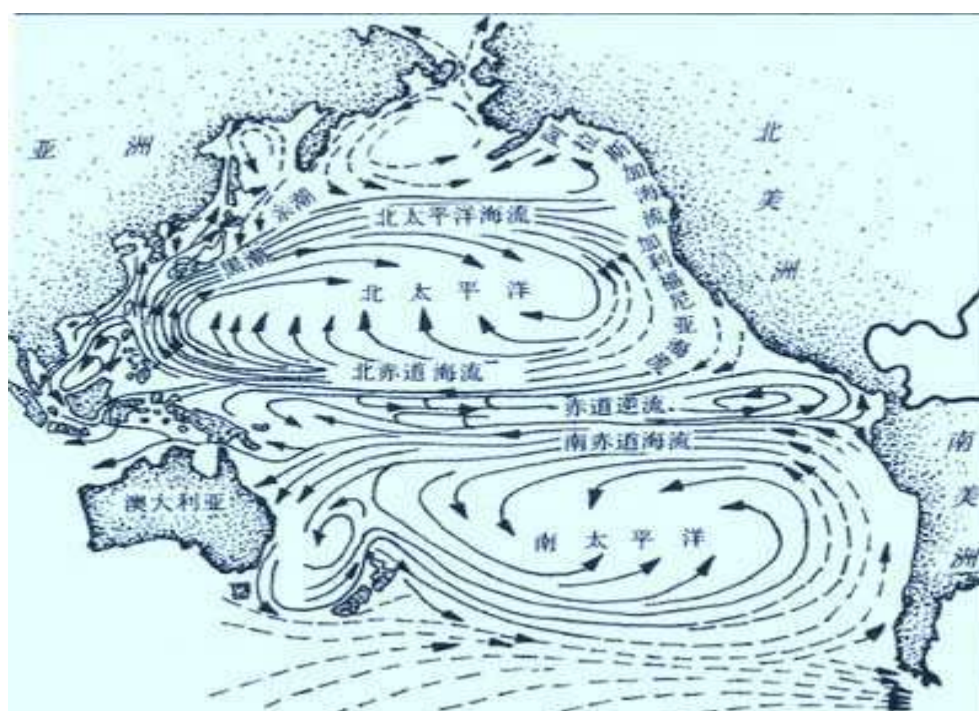


图 12-28 中国近海表层环流概况
 a. 夏季, b. 冬季 (据文献[3]、[36]、[38]等综合绘制)
 (a) 夏季; (b) 冬季。①中国沿岸流; ②朝鲜西岸沿岸流; ③越南沿岸流; ④东海黑潮;
 ⑤对马暖流; ⑥黄海暖流; ⑦台湾暖流; ⑧南海暖流; ⑨东海黑潮逆流

即使考虑在极端状况下，污染强烈到能够扩散到整个太平洋，从太平洋环流又经过北美西岸和赤道重新回归中国的情况，

影响也非常微小。由于黑潮是与大西洋的湾流齐名的强西边界流，都具有相当典型的地转流性质。东海黑潮的流轴通常位于海底坡度最陡处，从断面图上看，即水温水平梯度最大之处。也就是说外海流系的主力将在海沟附近，仅有少量进入大陆架。而中国的内海基本位于大陆架上，沿岸河流入海，大陆淡水在沿岸浅水区域与外海水混合，也就是说进一步稀释以后才形成低盐沿岸流。在经过这一系列的流动分化之后，能够有多少影响大家可以自行判断。



同时，也是由于相同的原因，如果污染从阿拉斯加循环回俄罗斯，影响可能要大一些。千岛群岛和远东的堪察加州都是在大陆架边上，这是一个以渔业为支柱行业的地区。

(2) 陆地水污染

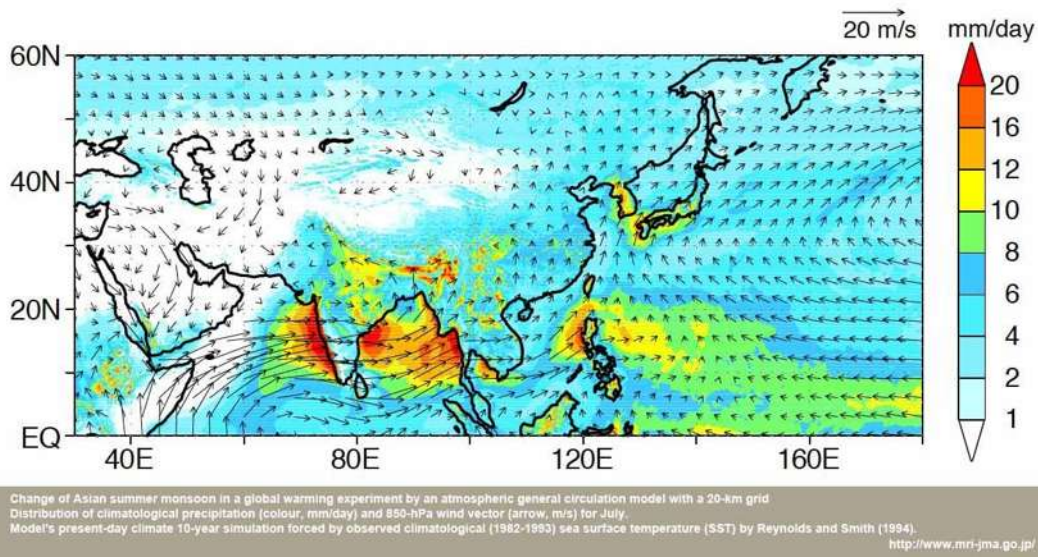
陆地水污染则主要由空气中核物质沉降引起，将直接威胁东日本及居民的日常生活。由于关东平原上是众多河流的出海口，

河流中的放射性物质将得到聚集，所以东京及周围各县问题将会变得更加严重。日本将在六七月份进入雨季，考虑到长期影响，水污染将可能成为日本不可承受之重。风向将往哪个方向吹？水流方向？对我国造成多大影响？夏季风向是否会改变？日本的供水水源情况如何？东京的水源在哪里？会受到怎样的影响？生物究竟有多少富集效应？对长期海产食用是否有影响？

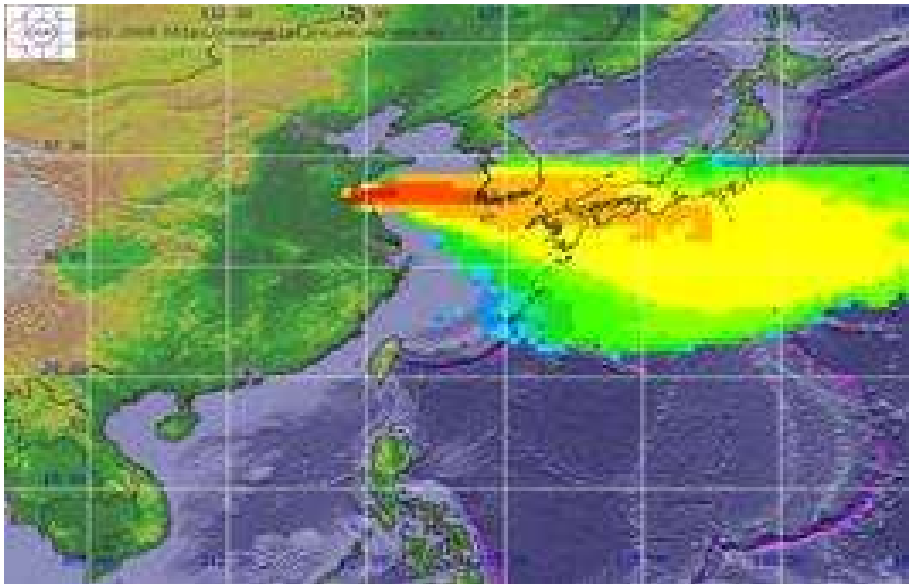
①除了福岛周边地区以外，陆地水污染主要由核粉尘飘散沉降引起。这时候，风向与降雨就变得尤其重要。具体每日风向变化可以查阅 (www.zamg.ac.at)，作为参考，这是一个关于日本核泄露的大气数值模型，并非实际情况。跟据这个模型可以看到风向的主力依然是直奔美国而去，而由于气旋原因日本大部分，韩国全国、朝鲜北部、俄罗斯东岸将受到较重影响。

由于海陆热力性质差异，中国深受东亚季风影响。与中国大气洋流有所不同的是，日本在冬季受西北风影响，而在夏季受西南风影响。换句话说，无论如何，气流都很难进入大陆。目前的情况下，受污染的气旋会少量扫到江浙沿海地带。但是即使放射性物质进入大陆上空，只要不落地，也将很快被强烈西北风扫出去。而就夏季的走向来看，风向与中国大部更加无关，东北东部可能会稍有波及，其主力会经由堪察加州往美洲或者北冰洋而去。当然，在祸害其他国家之前，日本的大粮仓北海道也在这条路上，而且距离非常近。目前为止它似乎还没有如东日本一样受到严重波及，但随着夏天的到来，情况会变得越来越严重。

鉴于以上情况，建议东南沿海及东北东部地区人民适当注意降雨，勤洗蔬菜。

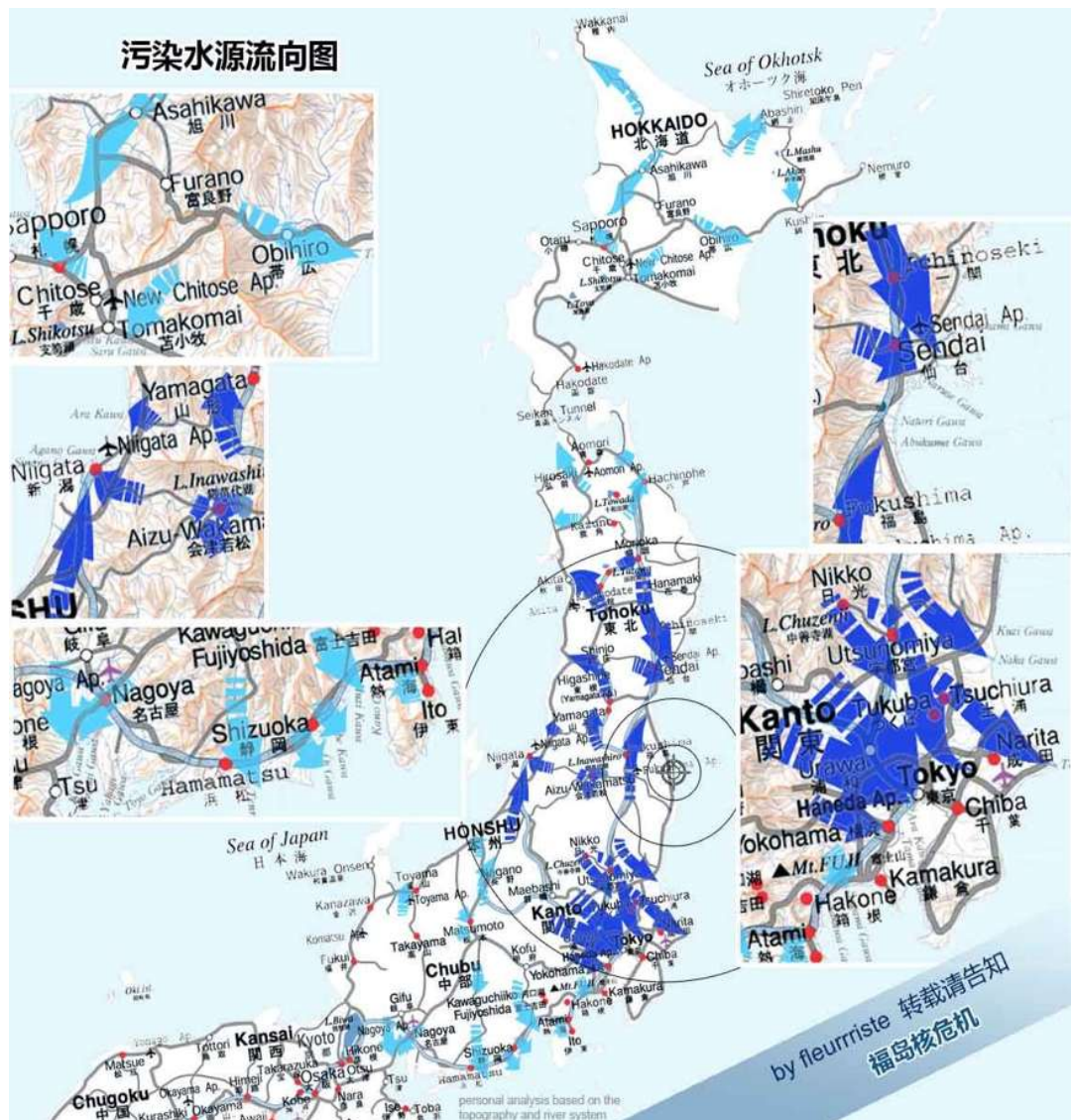


有趣的是，专家（fleurriste）在欧洲委员会的网站上找到他们在 2010 年做的对于发生核泄漏后大气扩散的研究，选取了三个地点做为案例，分别在法国、南非和中国，恐怕他们也无法想象最严重的事故居然发生日本吧。下面是预测的中国核泄漏大气扩散图：



②作为活动在陆地上的人类，海中的危险并没有那么致命，而地面，尤其是水源的污染却逃无可逃。相较而言，这才是对日本民生最基本的打击。人类本有其自身土地分配的逻辑，往往聚

居于土壤肥沃的低平地、近水源处，而这种特性在这次灾难中将加重水污染的影响。对照前文中的福岛水流分布来看下面这张图，就会发现千叶-东京湾正是日本最大的平原——关东平原上几乎所有河流的出海口，所有河水都将汇聚到此处。此地水网密集，农业兴旺，是日本物产最多和人口最稠密的地区。从水流来看，福岛 30 公里内河水基本处于孤立向海的状态，而如果 30-250 公里内的河流受到污染，很多就将通往这个地区，形成污染的叠加效应。如果日本没有能够从水中去除放射性物质的能力，那么东京将变得危险。



同样地, 仙台市也再一次成为重灾区。事实上由于整个日本都处于污染空气带之中, 几乎所有沿海重要城市都或多或少会有这种聚集效应。看一下日本的近地风向, 就会发现夏季日本相对处于风力较小的状态, 不利于污染扩散, 而关东平原再一次成为风流聚集的区域。

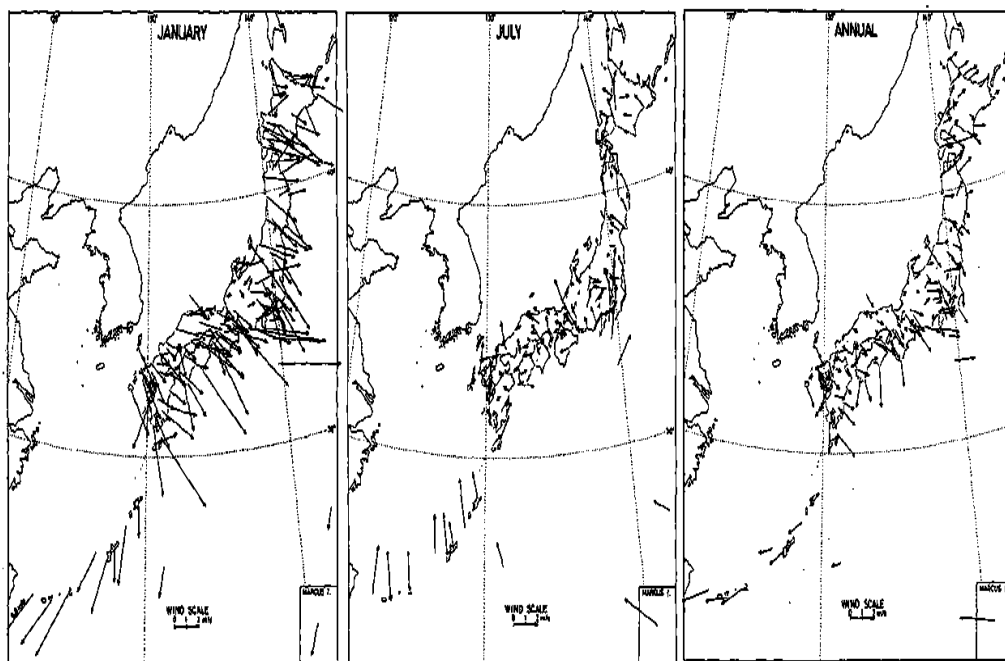
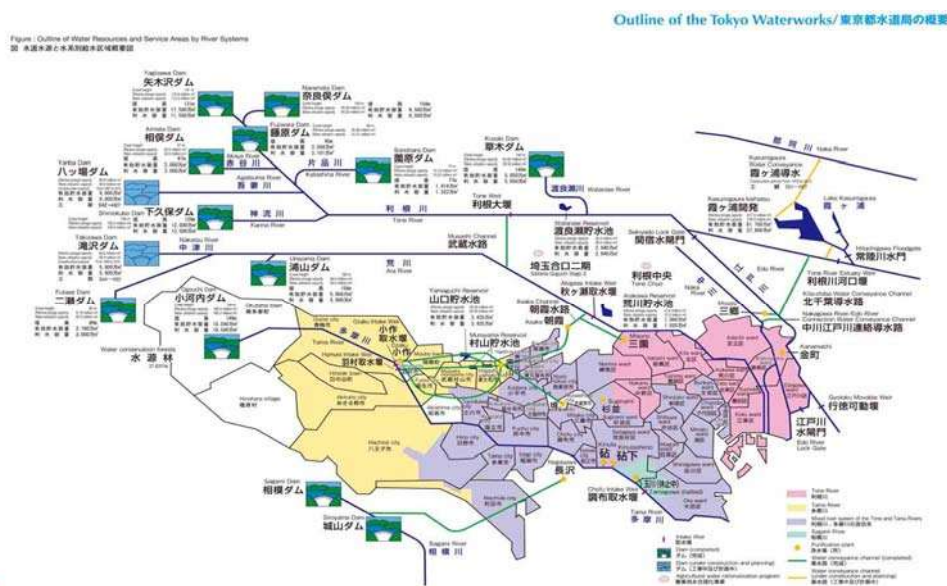


FIG. 4. Mean surface wind vectors: (a) January; (b) July.

FIG. 4. (Continued)

FIG. 2. Annual mean surface wind vectors.

③关于东京的水源问题, 首先可以看一下东京水道水源系统。



4月29日东京自来水公司道歉说，之前在23个区检查水中放射性含量的时候使用了混合检测法，按照朝霞净水场90%，金町净水场10%的比例混在一起，然后检查放射性浓度。而放射性碘仅来自于金町净水场。

另，22日作为此净水场供水源之一的北千叶净水场也查出336贝克勒尔。该厂为八千代市、松户市等七个城市提供饮用水。然而，28日采样时，并没有查出放射性碘。

现在追究这个比例的混合究竟有什么问题似乎已经丧失了意义，日本的报告早已进入了新的一个境界：

(2011年4月5日17:00)

现在福岛第一核电站反应堆流出的高放射性污水使得形式依然严峻。而对福岛附近的蔬菜和海鲜的一系列检测结果显示其放射性都超过标准值。早些时候，还检测到东京自来水的放射性物质超过标准，饮用水也成问题。那么在东京自来水是一个什么状态？根据东京都水道局截至昨天对金町净水场、朝霞净水场、小作净水场自来水的检测结果，未检出放射性碘（碘131）和放射性铯（134、137）。

在东京都水道局网站，“水处理厂的水（自来水）的放射性测量结果”和“东京饮用水水质放射性检测结果”每天都在更新，焦虑的民众可以查看。

网站上的数据到目前为止如下：

(1) Kanamachi Purification Plant 金町浄水場 (利根川・江戸川水系) (Bq/kg)

Sampling date	Radioactive Iodine (Iodine 131)	Radioactive Cesium (Cesium 134)	Radioactive Cesium (Cesium 137)
2011/04/09	ND	ND	ND
2011/04/08	ND	ND	ND
2011/04/07	ND	ND	ND
2011/04/06	ND	ND	ND
2011/04/05	ND	ND	ND
2011/04/04	ND	ND	ND
2011/04/03	ND	ND	ND
2011/04/02	ND	ND	ND
2011/04/01	ND	ND	ND
2011/03/31	ND	ND	ND
2011/03/30	ND	ND	ND
2011/03/29	ND	ND	ND
2011/03/28	ND	ND	ND
2011/03/27	ND	ND	ND
2011/03/26	34	ND	ND
2011/03/25	51	ND	ND
2011/03/24	79	ND	ND
2011/03/23	190	ND	ND
2011/03/22	210	ND	ND

ND (Not detectable) ≤ 20 Bq/kg

(2) Asako Purification Plant 朝霞浄水場 (利根川・荒川水系) (Bq/kg)

Sampling date	Radioactive Iodine (Iodine 131)	Radioactive Cesium (Cesium 134)	Radioactive Cesium (Cesium 137)
2011/04/09	ND	ND	ND
2011/04/08	ND	ND	ND
2011/04/07	ND	ND	ND
2011/04/06	ND	ND	ND
2011/04/05	ND	ND	ND
2011/04/04	ND	ND	ND
2011/04/03	ND	ND	ND
2011/04/02	ND	ND	ND
2011/04/01	ND	ND	ND
2011/03/31	ND	ND	ND
2011/03/30	ND	ND	ND
2011/03/29	ND	ND	ND
2011/03/28	ND	ND	ND
2011/03/27	27	ND	ND
2011/03/26	48	ND	ND
2011/03/25	76	ND	ND
2011/03/24	48	ND	ND
2011/03/23	ND	ND	ND
2011/03/22	ND	ND	ND

ND (Not detectable) ≤ 20 Bq/kg

(3) Ozaku Purification Plant 小作浄水場 (多摩川水系) (Bq/kg)

Sampling date	Radioactive Iodine (Iodine 131)	Radioactive Cesium (Cesium 134)	Radioactive Cesium (Cesium 137)
2011/04/09	ND	ND	ND
2011/04/08	ND	ND	ND
2011/04/07	ND	ND	ND
2011/04/06	ND	ND	ND
2011/04/05	ND	ND	ND
2011/04/04	ND	ND	ND
2011/04/03	ND	ND	ND
2011/04/02	ND	ND	ND
2011/04/01	ND	ND	ND
2011/03/31	ND	ND	ND
2011/03/30	ND	ND	ND
2011/03/29	ND	ND	ND
2011/03/28	ND	ND	ND
2011/03/27	ND	ND	ND
2011/03/26	ND	ND	ND
2011/03/25	ND	ND	ND
2011/03/24	ND	ND	ND

④关于放射性物质生物富集效应：

由于海水里可能有漂浮的放射性物质，鱼类等海产品在水里呼吸时，有可能造成吸入性污染，这就是内部污染。另外，从海洋打捞上的海鲜也有可能因沾染到放射性的粉尘污染等物质，造成外表面污染。

由于海洋的开放性和稀释作用，它受到的污染会相对较轻。通常受污染最为严重的是封闭水体，如湖泊。

在 1992-1993 年，俄罗斯科学院的研究团队比较了几个受到切尔诺贝利核污染的地区淡水鱼肌肉组织中的铯 ^{137}Cs 含量，发现河流中的鱼受到的污染比湖泊中的鱼要轻，这显然与水体的开放程度有关。

此外，空间距离也是降低 ^{137}Cs 污染的重要因素。我们知道在离核电站最近的冷却池中，梭吻鲈肌肉中 ^{137}Cs 的含量可达 270000 Bq/kg，然而在下游约 60 km 外的基辅水库 (Kiev Reservoir)，那里的梭吻鲈肌肉中 ^{137}Cs 的含量最高只有大约 100 Bq/kg 了 (1988 年)。再往下游约 80 km，卡涅夫水库 (Kanav Reservoir) 中的梭吻鲈肌肉中 ^{137}Cs 的含量仅达 20 Bq/kg (1987 年)，而 1989 年，世界卫生组织 (WHO) 拟定的食品安全规定中，包括鱼肉在内的食物的放射性含量国际贸易标准是 1000 Bq/kg。

研究人员还发现，不同河流和湖泊的鱼肌肉组织中的放射性铯与水中的钾含量是呈反比的。由于铯主要是作为与钾类似的元素进入肌肉中，水中的钾越多，鱼肉中的铯就越少。在正常情况下，全世界淡水鱼肌肉组织中 ^{137}Cs 的含量大约是 200-1000 Bq/kg，而海鱼中这个量只有 0.4-3.3 Bq/kg。海水中高含量的

钾是让 ^{137}Cs 难以富集的原因。

朝日新闻 2011 年 4 月 8 日的一篇社论里这样提到：“放射性物质不会被河水洗净。这些水被动植物吸收，长期的污染会扩展下去，在生态系统中进入放射性物质被浓缩的‘食物链’。一位科学家有美国哥伦比亚河的调查数据，该河流上游建有名为‘汉福特再处理工厂’的原子能设施。把流入河中的微量放射性物质看作是 1，浮游生物为 2000 倍，摄取浮游生物的鱼为 1 万 5 千倍，吃鱼的鸭子体内浓缩为 4 万倍，河边水鸟蛋黄竟浓缩成 100 万倍。”笔者试图搜索 Hanford reprocessing plant，并没有找到他提到的那篇文章，不过在 IAEA 上发现了另一篇关于该地区核物质影响的报告，反复说虽然有聚集，对各种生物的影响都不大，其中的倍数关系是：

Group Relative Concentration

Shorebirds 45

Diving ducks 30

Grebes 20

Gulls 7

Mergansers 6

River ducks -1

Total 100

（三）核污水流入海洋对中国海域的危害

西太平洋部分海域放射性元素超我国海域 300 倍，国家海洋局网站日前公布的西太平洋海洋环境放射性监测初步结果引发各方关注。国家海洋局环保司 2011 年 8 月 12 日在给科技日报记

者采访函作出的书面回复中表示，监测结果表明，受污公海海域远超日方公布影响范围，不排除核污染物进入到我国管辖海域的可能性。“由于此次监测航次获取样品较多，实验室分析检测工作需一定时间，为了能及时向社会公众公布监测结果，我局采用了分批检测、分批公布的方式。”回复说，此次西太平洋海洋放射性监测的区域位于日本福岛以东 25.2 万平方公里的公海海域，此次公布的是部分站位的首批海水样品检测结果。

检测结果显示，样品中全部检出放射性核素铯-137、锶-90 以及正常情况下海水中无法检出的铯-134。其中铯-137 和锶-90 的最高含量分别超过我国海域本底范围 300 倍和 10 倍，铯-137 和铯-134 最高含量均超过我国海水水质标准。

“监测结果表明，日本以东及东南方向的西太平洋海域已受到福岛核泄漏事故的显著影响。”回复表示，“可以肯定的是，监测区域的海洋生物会受到不同程度的污染。但监测区域不同范围内受污染的程度不一样，不同海洋生物对放射性核素的富集程度也不一样。”回复说，由于铯-137 和锶-90 半衰期都约为 30 年，影响较为持久，尤其是放射性物质经生物富集并经食物链传递、生物放大和累积，对海洋生物和海洋生态系统乃至人类健康产生的长期影响将不容忽视。

自 2011 年 3 月 11 日日本福岛核泄漏事故发生以来，国家海洋局一直在组织开展应对事故放射性应急跟踪监测工作。根据目前监测结果，福岛核泄漏事故尚未对我国海域产生影响。但此次回复表示，根据以往研究，日本福岛以东海域的海洋环流状况比较复杂，主要的洋流有黑潮流系和亲潮流系。黑潮延伸体的大幅

度蛇形弯曲及其南北两侧的中尺度涡都是导致这个海域动力上比较活跃的原因，因此，福岛核污染物入海后可能存在多种移动路径，其主要移动路径是先随着近岸流沿日本东岸南下至东京以东附近海域与黑潮延伸体汇合向东流动，进入北太平洋。但是也有资料显示，亲潮水系的水体也可通过中尺度涡穿越黑潮延伸体向南运动。回复表示：“不能排除核污染物进入到我国管辖海域的可能性。”

从日本方面5月公布的资料来看，日本福岛近岸300公里的海域受到放射性污染，但国家海洋局此次的监测结果表明日本福岛以东800公里以内25.2万平方公里的公海海域已受到显著的放射性污染，远远大于日方公布的影响范围。

回复说，从初步分析结果来看，此次西太平洋海洋放射性监测航次是非常有必要的，也是非常及时的。这不仅为我国了解和掌握日本福岛以东海域海洋放射性污染情况提供宝贵资料，也将为分析评价福岛核泄漏事故对我国管辖海域可能造成的影响提供重要数据支持，从而保护我国海洋环境安全和公众健康。但要准确判断和预测核污染物的输运及其对海洋环境、海洋食品安全的影响程度，还需要进行长期跟踪监测与评价。

回复称，为进一步了解、掌握和评估日本福岛核泄漏事故对西太平洋海域及我国管辖海域的影响，我国还需继续在西太平洋海域及我国管辖海域开展放射性监测工作，并重点加强海洋生物放射性监测以及放射性污水漂移路径预测工作。

此外，在首批海水样品检测结果后，后续的海水、海洋生物及海洋大气气溶胶样品的检测和分析处理工作目前尚在进

行之中。环保司表示，关于海洋生物放射性监测结果，将根据样品检测分析进度，及时公布结果。

（四）中国科研机构对核泄漏产生放射性物质的分析

中国地质大学（北京）地球科学与资源学院就核泄漏后放射性物质运动轨迹进行全方位研究与分析。

日本北部近海于 2011 年 3 月 11 日发生里氏 9.0 级地震，导致福岛第一核电站发生一连串事故并引发了核泄漏。日前此次核事故级别由事发后定的 5 级提至 7 级（核事故最高级别），核泄漏后放射性物质的扩散与迁移是目前关于核事故研究的热点之一。利用 HYSPLIT 模型模拟核爆炸后空气中放射性物质的运动轨迹发现核大气颗粒物主要运移方向为东和东北方向，进入太平洋上空，甚至美国境内，亦有朝南转西南运移的轨迹与趋势，使得放射性物质进入中国上空。根据历史气象资料对接下来的 5—8 月份大气颗粒物的运动轨迹进行预测，分析结果显示放射性物质随后可能往北、东北和西部运移，由于风向、降雨和洋流等的影响，将会继续影响中国，运移到中国的携带放射性物质的大气颗粒物主要来自高空。

日本北部近海于当地时间 2011 年 3 月 11 日 14 时 46 分发生里氏 9.0 级地震，引发了火灾、海啸和核泄漏等一系列大灾难。3 月 12 日，福岛第一核电站 1 号机组爆炸，在接下来的几天中其余几个机组陆续出现故障甚至爆炸。其中被公认为最严重的事故是 3 月 15 日的 2 号机组爆炸，导致核辐射强度骤增，当天东京地区的放射线量超标 20 倍。

前人的研究显示，辐射可导致细胞染色体畸变或诱发肿瘤，严重者直接死亡。核泄漏后放射性物质的运动轨迹是核事故研究的重点。轨迹分析已经成为研究污染物、病原菌和花粉等传播与扩散的一种方法。HYSPLIT 模型即为研究轨迹的一种模型，它具有处理多种气象输入场、包含多种物理过程与不同类型排放源的数据，在农业、生物、气候以及环境污染等研究领域均有应用。福岛第一核电站此次核事件严重程度介于前苏联的切尔诺贝利核泄漏事故与美国三里岛核泄漏事故之间，后期影响目前还无法估测，由于其严重性与影响范围较大而备受关注。作为邻国的中国也在其影响范围内，事故发生后，国民很关心放射性物质的扩散与迁移。

本文利用 HYSPLIT 模型对福岛第一核电站核泄漏后放射性物质的运动轨迹进行初步分析，根据历史气象资料对 5、6、7、8 月份大气颗粒物的运移轨迹进行预测。

分析方法采用 HYSPLIT(HybridSingle-ParticleLagrangian Integrated Trajectory) 模型模拟空气中放射性物质的运移轨迹。该模型为美国国家海洋大气总署 (NOAA) 和澳大利亚气象局 (ABOM) 的联合研究成果，利用气象场中的四维 (x, y, z, t) 数据通过计算羽流或者粒子的扩散来模拟大气颗粒物复杂的运移、扩散与沉积过程。NOAA 的空气资源实验室 (ARL) 运行 HYSPLIT 模型所用数据主要来源于美国国家环保中心 (NCEP)，数据齐全并不断更新，准确度也相对较高，可以在线或单机使用。

本次研究选取时间段为 3 月 15 日至月底，对福岛第一核电站上空大气颗粒物的运动轨迹进行分析，轨迹的分析高度依据大

气颗粒物的搬运高度与距离及放射性物质的比重，选取 100、500 和 3500m 三个不同的高度进行分析。由于篇幅有限，只选取有代表性的运动轨迹在本文进行解释说明，并根据历史气象资料对 5、6、7、8 月份大气颗粒物的运移轨迹进行预测。

本次核泄漏最严重的事故发生于 2011 年 3 月 15 日当地时间 6 点 10 分，故选取当地时间 7 点（UTC 时间 3 月 14 日 22 点）作为放射性物质运行轨迹模拟的起始时间点。轨迹分析时间为 5d，即 120h，结束于 3 月 19 日 22 点。

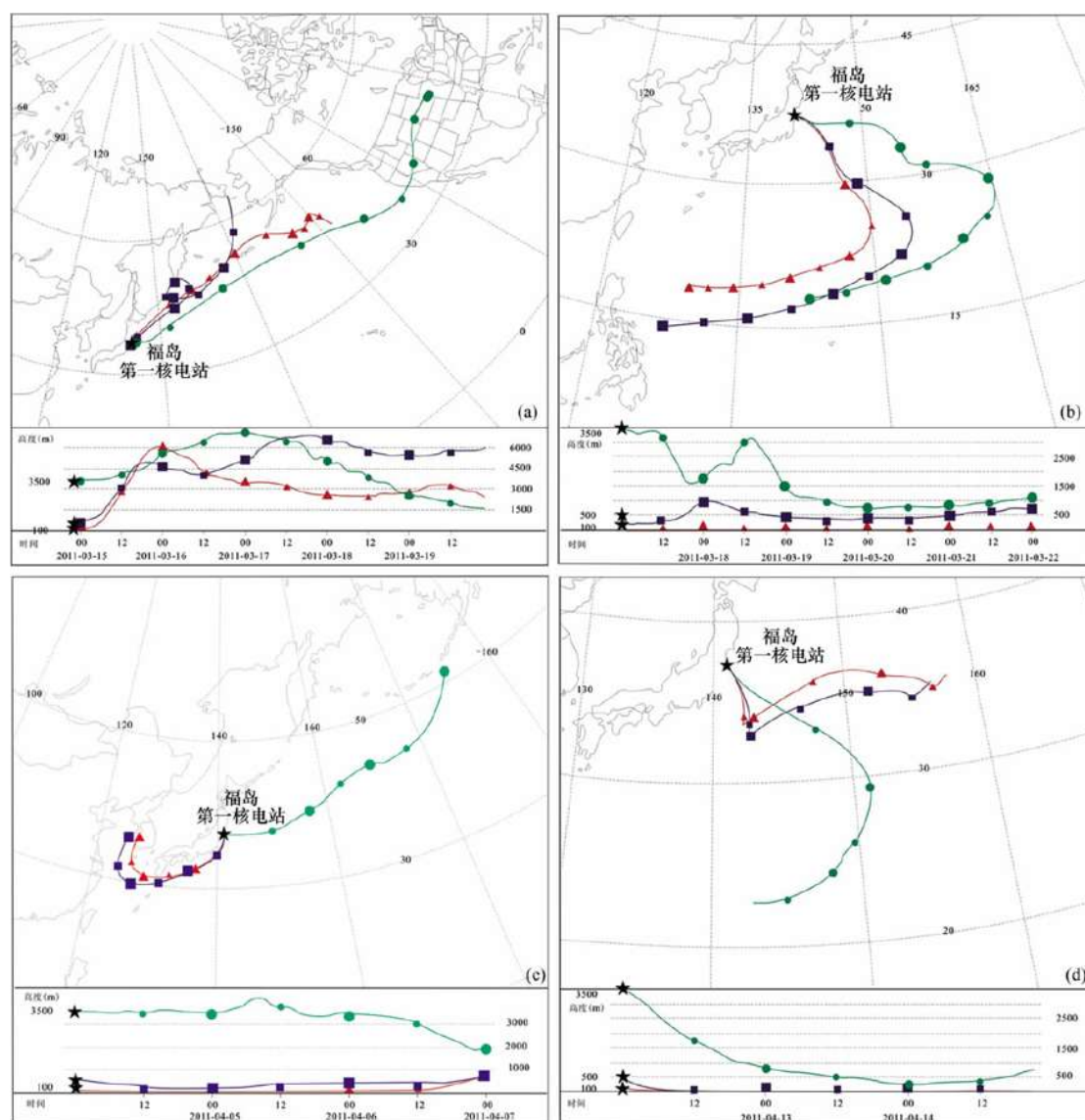


图 1 核泄漏后放射性物质运移轨迹

由图 1 可以看出,放射性物质在爆炸后的运移轨迹主要往东北方向,进入太平洋上空与俄罗斯境内,3500m 高空的大气颗粒物运移速度较快,5d 后即到达了美国,对中国上空似乎影响不大(图 1a)。3 月 17 日颗粒物开始往东南方向运移,后转为往西南方向(图 1b),由于风向、大气对流等因素的综合作用而影响中国大气。3 月 27 日颗粒物的运移轨迹与 3 月 17 日相似。对于 4 月份放射性物质的运动轨迹,分别选取始于 4 月 4 日 0 点,始于 4 月 12 日 0 点的 72h 运动轨迹为代表进行分析(图 1c、d)。可以看出颗粒物在 4 月 4 日的运动方向随高度变化,低空大气颗粒物(100m, 500m)运动方向由南变向西南,朝中国东部运移,后转为往北,往韩国方向运动。而高空(3500m)大气颗粒物往东北的太平洋方向运移(图 1c)。4 月 12 日低空大气颗粒物向南运移,48h 后急转向东,在太平洋上空运动,高空大气颗粒物由东南转西运动(图 1d)。

我们知道,运移轨迹指示的是范围与趋势,大气颗粒物运移到某地后,在该地又会受其他气象因素及当地地理环境等因素的综合作用,会运移至运动轨迹指示的范围外。也就是说即使大气颗粒物的运移轨迹没有经过某地,也不能排除当地受放射性物质影响的可能性。尽管图 1c 和图 1d 的运动轨迹没有经过中国区域,但颗粒物的运动方向与趋势显示中国上空或多或少受到了影响,这与新华网北京 4 月 8 号报道结果符合。该报道指出,中国境内大部分省市的气溶胶样品中检测出放射性物质元素,露天种植的包菜等蔬菜叶上检测出放射性元素碘-131。

利用 HYSPLIT 模型模拟 3 月 15 号至 4 月 15 号期间颗粒物的运动轨迹发现，低空大气颗粒物大部分时间往东北和正东方向运动，有时也会朝南或者西南运移；而高空大气颗粒物的运移轨迹方向与前者稍有区别，且运动速度相对较快。放射性物质泄漏后并不是直接扩散至几千米的高空大气中，在运动过程中会经过一系列与原有大气颗粒物的物理物的运移轨迹作图分析，发现相同月份里颗粒物的主要的运移轨迹相差不大，此处由于篇幅有限，以 2011 年的这 4 个月份的第二周（每月 8 日 0 点至 15 日 0 点）期间大气颗粒物的运移轨迹为代表，分析预测接下来的几个月中福岛上空大气的扩散与运动。

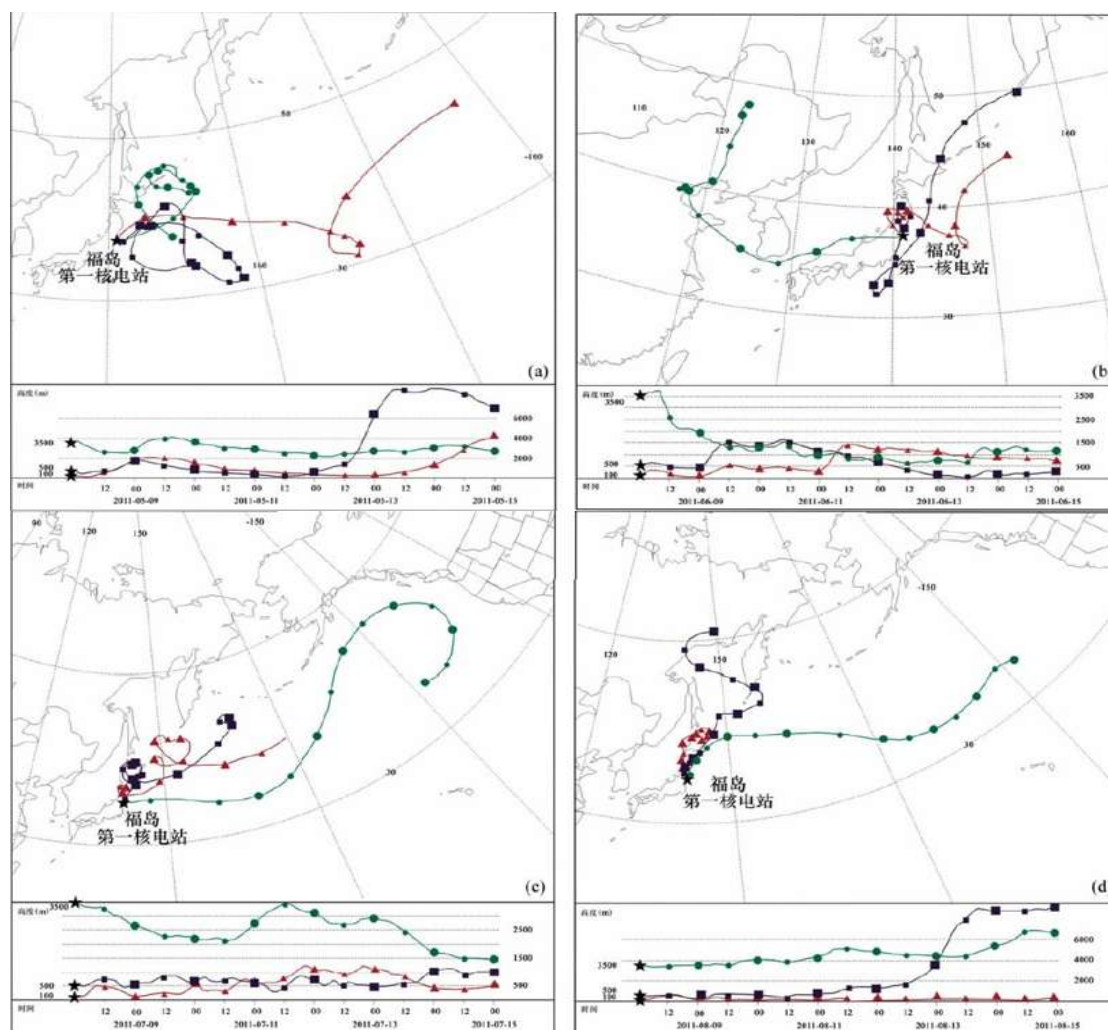


图 2 2011 年 5—8 月份大气颗粒物运移轨迹

由图 2 可以看出, 5 月份大气颗粒物往东运移进入大太平洋上空, 轨迹出现不同程度的旋回交错, 代表气团运移一段距离后又返回原地, 离地 100m 大气颗粒物运动相对较远 (图 2a)。3500m 高空的颗粒物往西运移, 在 6 月第二周进入中国的山东、天津、河北、北京以及内蒙古等境内, 500m 上空颗粒物在日本境内先往北运移 12h 后转向往南, 最后又折回往东北方向运移进入美国阿拉斯加州, 100m 上空颗粒物由东转向北运移 (图 2b)。7 月份较低高度 (100m 和 500m) 的大气颗粒物运动轨迹也出现旋回, 在日本与俄罗斯附近海域运动, 3500m 高空的颗粒物往东北方向运动, 且速度相对较快, 接近美洲 (图 2c)。100m 上空颗粒物在 8 月份出现原地滞留现象, 主要在日本境内及附近海域上空运动, 500m 上空颗粒物一周后便进入了俄罗斯境内, 3500m 高空颗粒物往东进入太平洋上空 (图 2d)。临海而建的核电站本身对海区环境与海洋生物的影响就不容忽视, 加之核泄漏后福岛核电站已将大量含有放射性物质的冷却水注入太平洋, 由于洋流、海洋生物链等的综合作用不仅会污染本地渔业, 也会对其他国家的海域造成污染。

分析结论:

1. 日本福岛第一核电站核泄漏释放的放射性物质主要运移方向为东和东北方向, 进入太平洋上空, 甚至美国境内。也有朝西南运移的轨迹与趋势, 这将使得颗粒物进入中国上空。

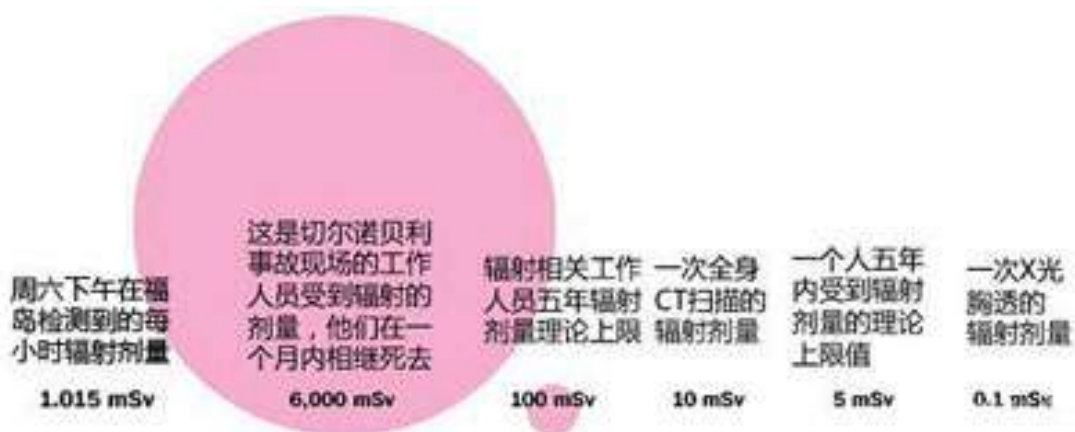
2. 根据往年数据预测, 放射性物质在接下来的几个月中可能主要往北、东北和西部运移, 由于风向、降雨和洋流等的影响,

还将会继续影响中国，后期运移到中国的颗粒物主要来自高空（3500m）。

3. 放射性物质运动轨迹为多种气象因素与自然因素综合作用的结果，由一个起点出发的大气颗粒物的运动轨迹只代表来自该起点上空的大气运移路径，途径其他地点后，放射性物质受当地气象因素及地理环境等的影响也会运动至运移轨迹所指示的范围外。

（五）核辐射对人体健康影响的常识

1. 各种剂量核辐射对人体健康的危害



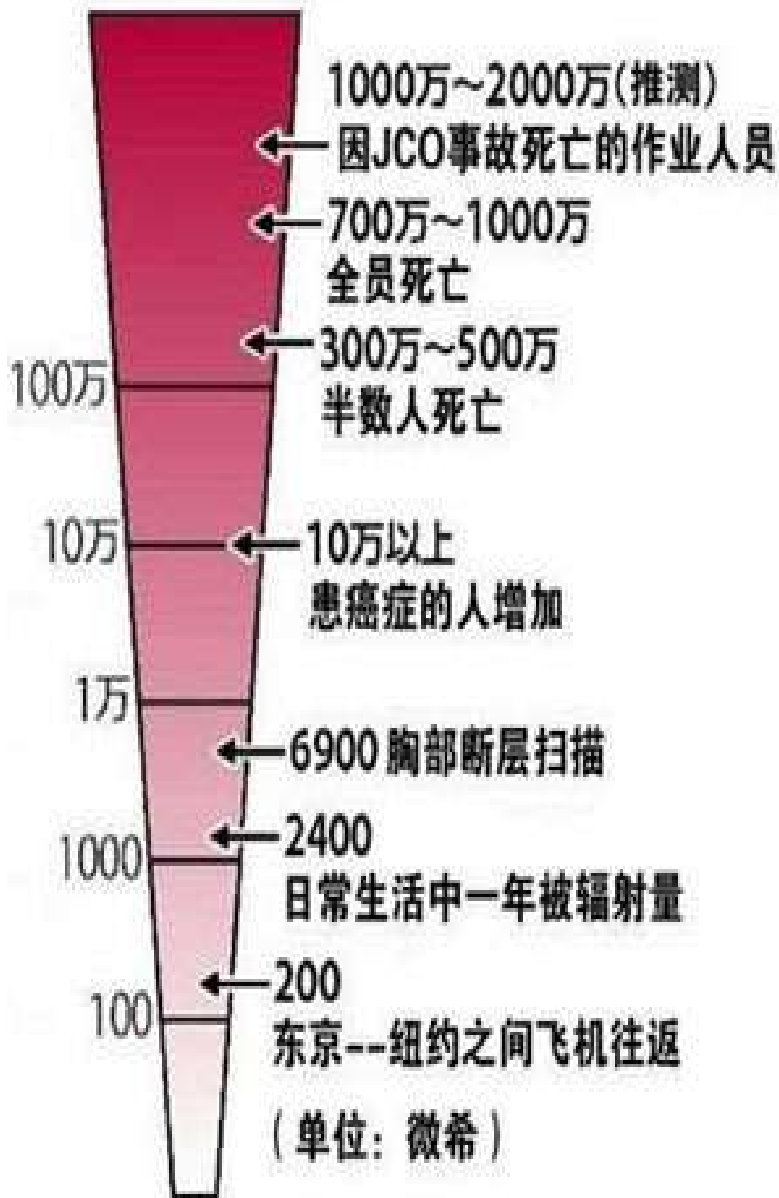
日常生活中我们受到的天然辐射剂量为 2-4 毫西弗。

一次小于 100 毫西弗的辐射，临床上观测不到任何变化，视为对人体无影响。

一次 1000—2000 毫西弗，可能会引发轻度急性放射病，能够治愈。

14 日福岛核电站正门前的辐射量 8.217 毫西弗/小时，相当于普通人年可被辐射量上限的约 8 倍。

放射线辐射及对健康的影响



日常生活中，我们坐 10 小时飞机，相当于接受 0.03 毫西弗辐射。

一天抽一包烟，一年下来受到的剂量在 0.5—1 毫希弗。

规定职业人员的年剂量最高限值为 20 毫西弗。

一次性遭受 4000 毫西弗可能会致死。

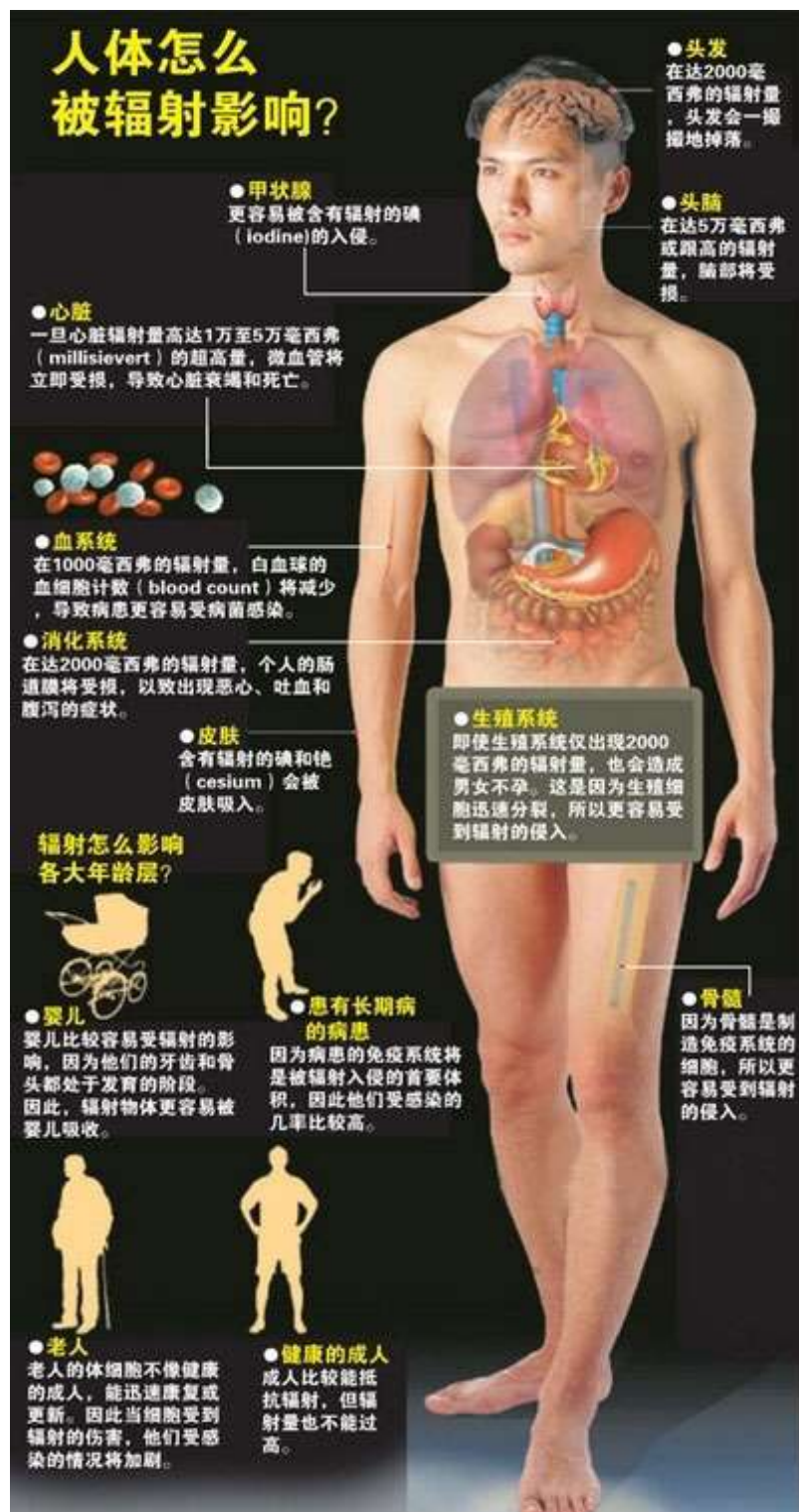
2. 各种人群受核辐射影响排序

胎儿：细胞分裂是最快的，辐射的影响就会越明显；

儿童：受辐射较大的儿童若干年后得甲状腺癌的概率要比普通儿童高出 3-5 倍；

青少年：甲状腺功能正常，代谢活跃；

老人：甲状腺功能相对青壮年不活跃，代谢较迟缓；



3. 辐射最可能导致哪些“长期”的健康损害？

最大的长期健康风险是**癌症**。通常当体细胞受损或老化到一定程度时，它们会自我消除。当这种自我消除的能力消失时，细胞获得“永生”，可以不受控制地不断地分裂，这就演化成癌症。

我们的机体有许多机制来阻止细胞癌变，并替换受损的组织。然而辐射所带来的损害可以严重搅乱机体中的这些机制，从而让癌症风险大大提高。此外，如果机体不能很好的修复辐射带来的对化学键的破坏和改变，我们的基因里有可能会产生突变。这些突变不但增高自身的癌症风险，还有可能被传递下去，使得辐射的作用在子孙身上展现出来。这些作用包括较小的头部与脑部、眼部发育缺陷、生长缓慢和严重的认知学习缺陷。

四、综述结论及建议

（一）核污水泄漏尚未对中国海洋环境造成影响

国家海洋局 2013 年 3 月 28 日公布对日本核泄漏海洋环境放射性水平状况监测表明：**核泄漏事故尚未对我国海洋环境造成影响。**

监测海域放射性水平较上年有所下降，但仍受福岛核泄漏事故的显著影响；西太平洋海域放射性污染范围进一步加大，监测的游泳动物均受到放射性污染。核泄漏事故尚未对我国海洋环境造成影响。

2012 年 6 月，西北太平洋日本以东海域海水中放射性核素铯-137 和铯-134 的含量较上年有所下降，但仍显著高于核事故前日本近岸海水中铯-137 和铯-134 的背景水平。在垂向运移方

向，放射性物质已扩散运移至 200 米或更深的区域；在水平运移方向，放射性物质继续向南运移，台湾岛东南方向 430 公里处公海海域的海水样品中检出正常情况下海水中无法检出的铯-134。

2012 年 6 月在西太平洋海域捕获的鱿鱼（巴特柔鱼）样品中放射性核素铯-137 和锶-90 最高含量分别是事故前的 11 倍和 2.7 倍，铯-134、铯-137 和锶-90 的含量较上年有所降低，但银-110m 含量有所升高。此外，西太平洋紫魷、蛇鯖等其他游泳动物也受到放射性污染。

（二）食用辐射鱼可危害健康 我国尚不受影响

浙江大学动物科学学院水产专家朱炳全副教授说：东电排放核污水将污染日本周边海域，日本近海内的海洋生物肯定受影响。具体影响程度，和排放的放射性物质的浓度有关。如果浓度太高，首当其冲的就是海洋生物的死亡，其次是基因变异。受到高浓度核污水污染的海洋生物，大部分会死亡，也有一小部分会发生变异。变异后的海洋生物又分为两种：一种即便存活下来，也会提早死亡；它们生殖的下一代，生存率也比较低。还有一种，将作为变异物种存活下来。它们难以修复损伤基因，模样就会和原先有很大的不同，简单来说是“畸形”——可能是块头特别大或样子奇特。比如，在前苏联切尔诺贝利核电站爆炸事件后，当地老鼠的大小就呈现出反常态。

总的来说，此次核污水排放，主要的影响是改变日本海域周边海洋生物的基因和影响它们的繁育能力。对中国来说，近期对中国海域的影响可能比较小。因为核污水排放地在日本东海岸，面向北太平洋一侧，而我国东海、黄海在日本的南部。综合考虑

洋流、风向、海洋稀释以及海洋自净能力、放射物质半衰期等因素，对中国海域暂时不会有影响。朱炳全还说，长期来看，核污水还将危害海洋生物的食物链。最快遭受损伤的是水母、海葵、海蠕虫等软体动物和浮游动植物，它们吸收放射性物质的速度超过有壳动物；接下来是鱼类，鱼类的食物主要是浮游动植物；而鲨鱼、鲸鱼等的食物，是一些体型小的鱼类。整个食物链环环相扣。中国海域受影响的，也是远期海洋生物食物链的问题。即使我国近期会减少对日本海产品的进口，但是两国的贸易同样畅通。轮船进出口岸时要排放或加入压水舱内的海水，一些变异物种可能经压水舱被带到中国来。比如，中国的中华龙螯蟹（即螃蟹，在长江流域生长的又叫长江蟹）就是经来往贸易轮船的压水舱被带到了美国、欧洲等地，在当地繁衍。

中华医学会放射学会全国委员、北美放射学会会员、邵逸夫医院章士正教授说，对人体健康的影响，主要看辐射量。东电说“核污水排放后，成人每天摄取附近海域的鱼和海藻，一年接受的辐射量也仅为 0.6 毫西弗”。人体接受辐射量的安全标准是 5 毫西弗以下，国内还没有超过 5 毫西弗以上辐射量的病例。章教授说，近期中国的业内同行也在讨论日本核辐射问题，大家普遍认为对中国的影响比较小，目前不会对浙江民众的健康产生影响。杭州从事水产贸易的一位经理说，日本排放核废水，对大海的生态环境肯定是不好的。但对于我国东黄海来说，属于半封闭式水域，受影响的可能性不大。日本在西北太平洋一侧的东部海域，鱼类也不会洄游到我国东海、黄海水域。同时，从日本进口

的海鲜产品，政府部门也加强了放射性检测，因此，目前市场上的海鲜产品都是安全的。

（三）公众防护建议

1. 基本防护措施

遭遇核辐射基本方法是“内外兼防”，隐蔽是主要防护措施。

中国疾控中心表示，暴露于电离辐射可能会增加患癌症的风险。核事故后烟云能飘浮多远很难预测，它取决于风速和其它气象条件。在突发事件的早期和中期，隐蔽是主要防护措施之一，大多数建筑物可使建筑物内的人员吸入剂量约降低一半，隐蔽时间一般认为不应超过2天。

体外照射的防护原则：①尽可能缩短被照射时间；②尽可能远离放射源；③注意屏蔽，利用铅板、钢板或墙壁挡住或降低照射强度。

体内照射的防护原则：避免食入、减少吸收、增加排泄、避免在污染地区逗留。

①进入空气被放射性物质污染严重的地区时，要对五官严防死守。例如，用手帕、毛巾、布料等捂住口鼻，减少放射性物质的吸入。

②穿戴帽子、头巾、眼镜、雨衣、手套和靴子等，有助于减少体表放射性污染。

③要特别注意，不要食用受到污染的水、食品等。

④如果事故严重，需要居民撤离污染区，应听从有关部门的命令，有组织、有秩序地撤离到安全地点。将受污染的衣服、鞋、帽等脱下存放，进行监测和处理。

⑤受到或可疑受到放射性污染的人员应清除污染，最好的方法是洗淋浴。

服用碘片防辐射的机理：如果身体已经有了足够的碘，就不会再从大气中吸收更多的碘。碘片让身体吸收满非放射性碘元素，就能避免对放射性碘同位素的吸收。但是，碘片的服用需要在相关人员的指导下进行，随意服用可能导致碘超标，造成甲状腺肿大等疾病。而含碘量较低的药物，对防辐射并无作用。涂碘酒防辐射的做法是无稽之谈，碘必须内服才能在甲状腺中富集，否则毫无作用。而碘酒作为外用药，不能内服。

中国疾控中心：碘片的服用要根据政府的指示，只有政府在评估事故状态以后才能决定是否服用碘片。不能仅凭个人主观臆断或因恐惧而擅自服用。

①**从日本回国人员：**如上吐下泻要去查血常规。看白细胞、血小板、红细胞等指标有没有出现不同程度的下降。碘-131的半衰期是8天，很多人回国后身上已检测不出了。

②**普通市民和孕妇：**可适量摄入海带紫菜牛奶。并不需要额外大量口服碘片，尤其是孕妇，过量摄入碘也会对胎儿造成不利的影响。

碘片的正确用法是：成人100毫克，孕妇和3到12岁的儿童50毫克，3岁以下儿童20毫克。

2. 日常防护建议

用水冲洗可有效地减少蔬菜表面放射性物

中国疾病预防控制中心 辐射防护与核安全医学所 所长苏旭介绍说，由于检出的碘-131 含量极其微小，对公众健康没有影响。

苏旭：我们专家计算了一下，我们要吃两千多公斤的菠菜才相当于一次胸片的计量，我们吃一百多公斤的菠菜才相当于天然本底辐射一天的量。这个量极其甚微，对健康没有影响。

实践证明，用水冲洗可以有效地减少蔬菜表面的放射性物质。

苏旭：污染的是空气中沉降下来的放射性碘 131，都是污染的表面，就是清洗都可以清洗掉。我们清洗一次就可以清洗掉 50%，清洗两三次都可以把它降低到很低的水平，我们每人在家吃饭做菜都是要经过清洗的，大家不要恐慌，正常按照我们做饭清洗的程序做，不会对健康有影响。

淋雨不会对身体造成伤害

中国疾控中心辐射防护与核安全医学所辐射防护室侯主任说：通过大气环流飘过来的核辐射物质碘 131 和铯 137，含量极低，占影响日常生活指数的 10 万分之一；而通过洋流过来的就更少了，海水本身的稀释能力就能稀释掉。所以除了淋雨会感冒之外，其他的都不用担心。