

45. 地球規模環境汚染と日本人の健康リスク —食習慣の変動による健康影響評価—

Global environmental contamination and Japanese health risks
— Health risk variation by dietary habit—

島田 洋子*、森澤 眞輔**

Yoko SHIMADA, Shinsuke MORISAWA

ABSTRACT: Hazardous materials released by our industrial activities have been globally dispersed in the environment and finally taken up by humans through various pathways. In particular, the ingestion pathways are very important for evaluating the human health risks caused by the global low-level chronic contamination. In many cases, health risks caused by ingestion are evaluated for the average group with the average dietary habit, however, the dietary habit has variation with the living region and the job. Therefore, the health risks include some variation associated with this variation. In this study, Japanese dietary habit was statistically analyzed by using the annual report of the daily intake of food in many regions in Japan and the variation of the health risks by Japanese dietary habit was quantitatively analyzed using the mathematical model for the evaluation of the risk to the Japanese health caused by chronic global radioactive ^{137}Cs food contamination.

KEYWORD: health risk, ingestion pathway, dietary habit, mathematical model, global fallout

1 はじめに

人間の産業活動によって放出される有害環境汚染物質は、環境に放出された後、様々な経路を経て地球規模に拡散され、最終的には人体へ至る。生態学的長期にわたる人体への健康リスクを評価する観点から特に重要な経路は、食品摂取経路である。環境中に拡散・蓄積された有害汚染物質は食品を通して人間に経口摂取され、人体内に移行して発癌を初めとする様々な影響を人の健康に及ぼす。有害汚染物質の食品摂取による日本人の健康リスク評価においては、食品を通じた汚染物質の経口摂取量が健康リスクに大きな影響を及ぼす。各年齢層、男女別の健康リスクを推定する場合、評価対象集団の平均的な食品摂取パターンに対して行われることが多いが、実際には、日本人の食生活は、住んでいる地域（都市部・農村部・漁村部）や従事している職業等によって大きく異なり、食品摂取パターンにはばらつきがある。よって、評価対象曝露集団を日本人全体とにおいて評価する健康リスクには、食習慣のばらつきによる変動幅が存在する可能性がある。現在までに、大気圏核実験によって環境中に放出された放射性核種による食品汚染に起因する日本人の健康リスクを、平均的曝露集団に対して定量的に推定するモデル^[1]を構築しているが、今後は、リスクの決定集団を特定することが必

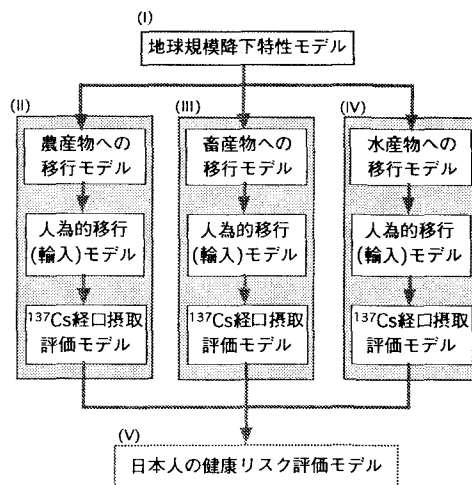


図-1 評価モデルの構成

* 京都大学大学院工学研究科環境工学専攻 Dept. Environmental Eng., Kyoto Univ.

** 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻 Dept. Global environment Eng., Kyoto Univ.

要となり、そのためにも食習慣のばらつきによる変動幅の大きさを定量的に把握することが重要になる。本研究では、まず日本人の食習慣の特性を統計調査データにより分析し、食品摂取量の変動幅を把握し、大気圏核実験によって環境中に放出された放射性核種による食品汚染に起因する日本人の健康リスク評価モデルを用いて、日本人の食生活の違いが健康リスクに及ぼす影響を評価する。

2 健康リスク評価モデルの概要

本研究において用いるリスク評価モデルは、大気圏内核実験に由来する放射性核種である¹³⁷Csの地球環境内動態と食品摂取による人体への移行と蓄積を、食糧・飼料の輸入に伴う人為的輸送を考慮してモデル化し、放射性核種の長期低濃度曝露による健康リスクを評価するものである^[1]。モデルは、地球を合計 54 個の領域に分割し、(I) 大気圏内核実験により放出される¹³⁷Csの地球規模循環と地表面への降下量を評価するサブモデル、(II) 地表に降下した¹³⁷Csの農産物への移行と日本人の経口摂取量を評価するサブモデル、(III) 地表に降下した¹³⁷Csの畜産物への移行と日本人の経口摂取量を評価するサブモデル、(IV) 地表に降下した¹³⁷Csの水産物への移行と日本人の経口摂取量を評価するサブモデル、及び(V)¹³⁷Csの人体内蓄積を評価するサブモデルで構成されている(図-1 参照)。このモデルによって、日本人の¹³⁷Csの経口摂取量を予測し、経口摂取による内部被曝によって引き起こされる核種ガンによる致死率(健康リスク)を評価することができる。

3 日本人の食習慣

3.1 日本人の食品摂取の特色

厚生省による国民栄養調査報告^[2]によると、日本人の全国平均の食品摂取量は図-2 のように経年変化している。図-2 から分かるように、畜産物摂取量が1960年以降増大し、逆に農産物の摂取量が徐々に減っている。水産物の摂取量はほぼ一定である。

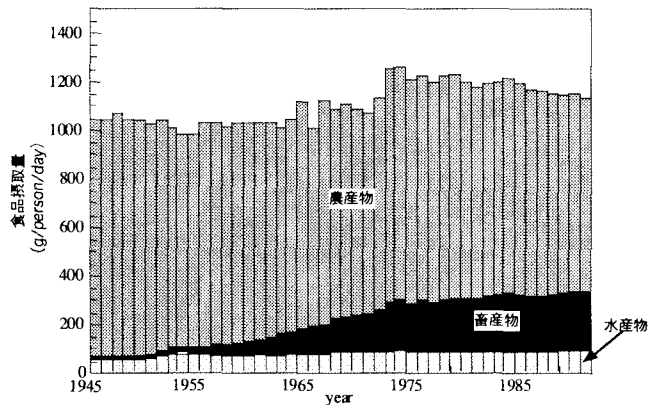


図-2 平均日本人の食品摂取量

表-1 地域ブロック分類

	地域ブロック	都道府県名
1	北海道	北海道
2	東北	青森県、岩手県、宮城県、秋田県、山形県、福島県
3	関東Ⅰ	埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県
4	関東Ⅱ	茨城県、栃木県、群馬県、山梨県、長野県
5	北陸	新潟県、富山県、石川県、福井県
6	東海	岐阜県、愛知県、三重県、静岡県
7	近畿Ⅰ	京都府、大阪府、兵庫県
8	近畿Ⅱ	奈良県、和歌山県、滋賀県
9	中国	鳥取県、島根県、岡山県、広島県、山口県
10	四国	徳島県、香川県、愛媛県、高知県
11	北九州	福岡県、佐賀県、長崎県、大分県
12	南九州	熊本県、宮城県、鹿児島県、沖縄県

3.2 日本人の食習慣の地域的なばらつき

国民栄養摂取調査では、都道府県 12 の地域ブロックに分類し(表-1 参照)、各地域ブロック毎に各食品群別の食品摂取量を調査している。各地域ブロック毎の食品摂取量データを分析すると、食品摂取量は地域差による変動幅があることがわかる。図-3(a),(b),(c),(d)に食品摂取量の地域差によるばらつきの経年変化を示す。図-3 より、地域による食品摂取のばらつきは、農産物では 1960 年代までが大きく、その後減少しているのに対して、畜産物では、1960 年代までは差は小さいが、その後大きくなり、現在では変動幅は減少しつつある事がわかる。水産物の摂取は、地域によるばらつきは経年的な変化は少なく一定である。さらに、地域ブロック毎に食品摂取量を比較した結果、食品全体の摂取量は、東北地域ブロックで最大で、逆に 70 年代までは関東 I ブロック、70 年代以降では、南九州と北海道ブロックが最小であった。特に、1970 年代までの東北ブロックと関東 I ブロックでの食品摂取量は 200 g 以上の差がある。農産物摂取量は、食品全体摂取量と同じ推移で経年変化し、畜産物では関東 I 地域が大きく、水産物は北海道と東北地域の摂取量が大きく逆に関東 I と南九州で小さくなっている。

4 食習慣の変動と健康リスク評価

4.1 ^{137}Cs 経口摂取量評価

構築したモデルによって、日本人による ^{137}Cs 経口摂取量を推定した。全国平均の食品摂取パターンにおける ^{137}Cs 経口摂取量の推定値の経年変化をモニタリングデータと共に図-

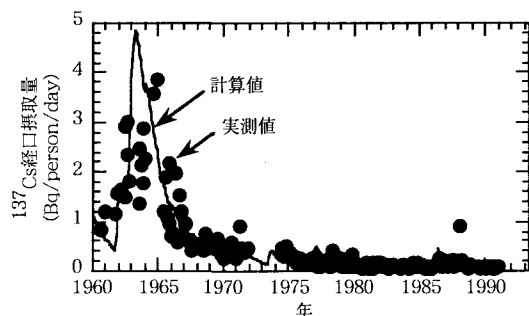


図-4 平均日本人における ^{137}Cs 経口摂取量の計算値と実測値の比較

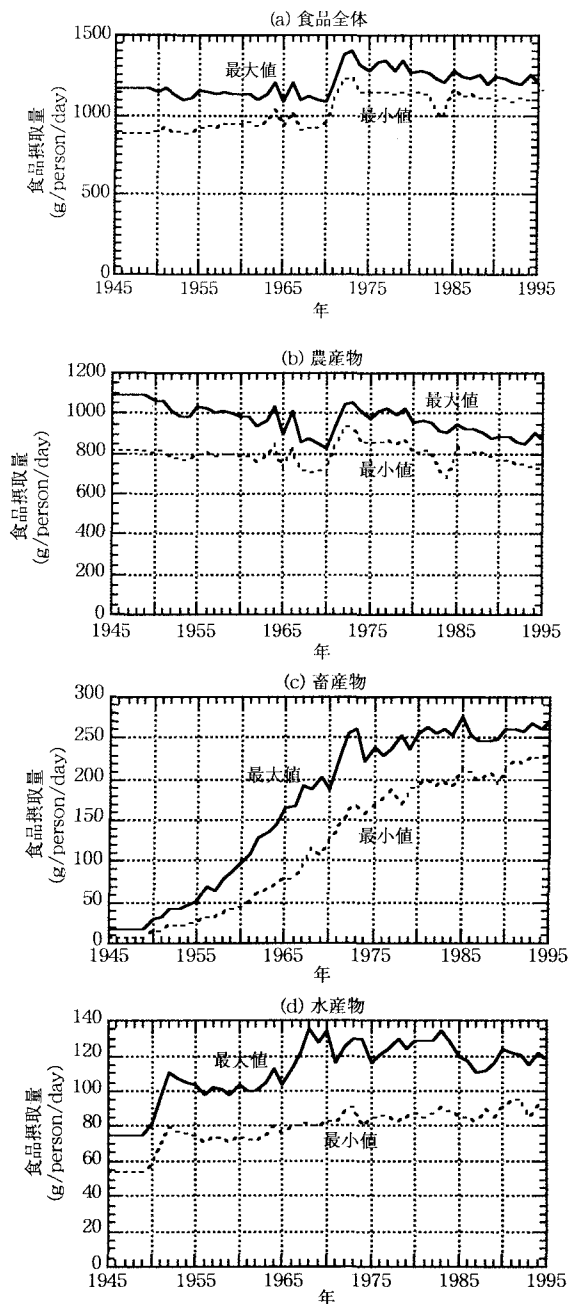


図-3 食品摂取の地域差によるばらつき

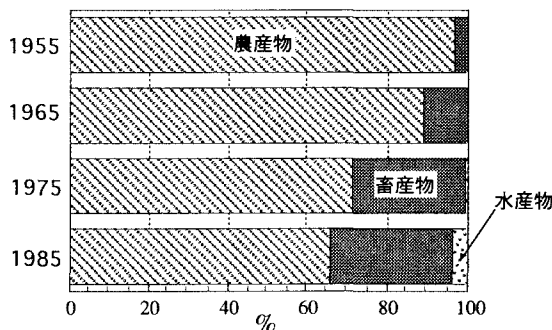


図-5 ^{137}Cs 経口摂取量の農・畜・水産物の占める割合

4 に、 ^{137}Cs 経口摂取量の農・畜・水産物の占める割合の変化を図-5 に示す。図-4 から、 ^{137}Cs 経口摂取量は 1960 年代にピークとなりその後減少しているが、これは ^{137}Cs の降下(フォールアウト)量が大規模な大気圏内核実験が頻繁に行われた 1960 年代にピークとり、各国によって次々実験が停止され 1980 年以降の完全停止によって減少している事実を反映している。また図-5 からわかるように、日本人の食品摂取と同様に、 ^{137}Cs 経口摂取は農産物が大部分を占めるが、その割合は徐々に減少し畜産物の占める割合が増加している。水産物からの ^{137}Cs 経口摂取は 1980 年代以降徐々に増加している傾向がある。これは、1980 年代以降 ^{137}Cs 量の海洋への分配割合が増大していること^[3]によるものと推定される。次に、3.2 で行った食習慣の地域によるばらつきの分析によって特徴的であることがわかった北海道、

東北、関東 I および南九州の 4 つの地域ブロックについて、これらの地域での食品摂取パターンにおける ^{137}Cs 経口摂取量を各々推定した。推定結果の内、ピーク時での推定結果を図-6(a)に、1990 年以降の推定結果を図-6 (b)に示す。ピーク時には、東北ブロックにおける ^{137}Cs 経口摂取量が平均摂取量より大きく、南九州ブロックでの摂取量が小さくなっている。また、1990 年代以降では、北海道ブロックでの ^{137}Cs 経口摂取量が大きく、逆に南九州で小さくなった。

4.2 健康リスク評価

^{137}Cs の経口摂取量による健康リスクは、標準日本人については、標準人の各組織毎に ICRP によって規定されている ^{137}Cs の経口摂取量 1Bq 当たりの内部被曝線量換算係数^[4]と、ICRP によって定められた各組織毎の発ガンリスク係数^[4]を乗じることによって算出される。本研究では、 ^{137}Cs の経口摂取による標準日本人^[5]の健康リスクを 4 つの地域ブロック毎に算出した。表-2 に 5 年毎の白血病の年致死率を人口動態統計による白血病の年次死亡率^[6]とともに示す。日本人の食品経由の内部被曝に伴う放射線誘発ガンによる致死リスクは、1950 年代後半から 1960 年代にかけて大きくなり、1963 年にピークとなる。ピーク時には北海道地域の住人のリスクが大きく、年間 1 億人に約 4.4 人が白血病で死亡すると推定され、この値は、ピーク時における平均食品摂取ケースでの推定リスクの約 1.1 倍である。フォールアウト量の減少してくる 1980 年代以降、健康リスクは減少し、1995 年時点では北海道地域で年間 1 兆人に 2.5 人が ^{137}Cs の経口摂取による内部被曝で死亡すると推定され、この値は、1995 年時点における平均食品摂取ケースでの推定リスクの約 1.2 倍である。図-7 に示す様に、フォールアウト量が減少を続ける今日においても、 ^{137}Cs の経口摂取による健康リスクの食事摂取パターンによる変動が存在することわかる。90 年代では、健康リスクは北海道で高く、南九州で低いことが明らかになった。

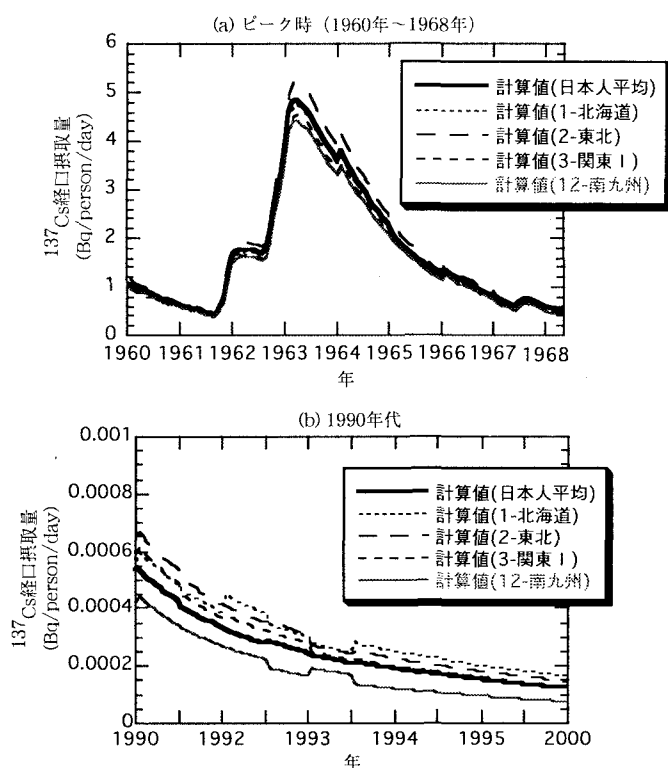


図-6 ^{137}Cs 経口摂取量推定値の地域差による変動

表-2 ^{137}Cs 経口摂取による健康リスク推定値の変動（白血病による過剰年致死率）

	白血病による過剰年致死率（1億人あたり）					人口動態統計による白血病
	北海道	東北	関東 I	南九州	全国	死亡率(1億人当たり)
1950	2.9×10^{-5}	3.1×10^{-5}	2.6×10^{-5}	2.7×10^{-5}	2.9×10^{-5}	1500
1955	1.2	1.4	1.1	1.2	1.3	2300
1960	0.8	0.8	0.7	0.7	0.8	2800
1963	4.0	4.4	3.8	3.7	4.1	3000
1965	1.49	1.65	1.43	1.43	1.52	3200
1970	0.39	0.40	0.42	0.37	0.42	3500
1975	0.11	0.10	0.11	0.09	0.11	3700
1980	0.051	0.048	0.049	0.045	0.046	3900
1985	0.0032	0.0035	0.0033	0.0031	0.0031	4300
1990	0.0005	0.0006	0.0005	0.0004	0.0004	4600
1995	0.00025	0.00023	0.00020	0.00012	0.00019	4900
2000	0.00015	0.00013	0.00012	0.00007	0.00011	—
2005	8.8×10^{-5}	7.8×10^{-5}	6.9×10^{-5}	4.1×10^{-5}	6.5×10^{-5}	—
2010	5.3×10^{-5}	4.7×10^{-5}	4.2×10^{-5}	2.5×10^{-5}	3.9×10^{-5}	—

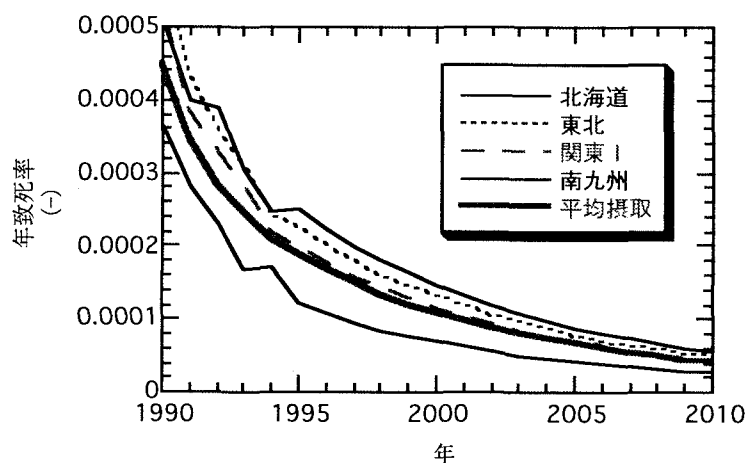


図-7 ^{137}Cs 経口摂取に起因する白血病による過剰年致死率の変化(1990年以降)

5 考察

以上のように、食習慣の地域的なばらつきによる ^{137}Cs 経口摂取量と、 ^{137}Cs の経口摂取に起因する健康リスクの変動を算定した結果、経口摂取量、健康リスク共に、フォールアウト量の大きい 1960 年代では東北地域が、1970 年代になると関東 I 地域が、フォールアウト量が減少してくる 1980 年代から今日までは北海道地域において、全国平均値より大きい値とり、また、

南九州地域では今日まで全国平均値より低い値となることが明らかになった。リスクが大きい地域の特徴としては、東北地域では、食品摂取量自体が大きく、特に畜産物と水産物の摂取量が多い。北海道地域では、食品摂取量は日本のほぼ日本の平均値であるが、水産物を摂取する割合が特に大きい。関東 I 地域では、食品摂取量は全国平均よりも少ないが、特に 1970 年代以降畜産物の摂取量が大きくなっている。南九州では、食品摂取量が日本の平均値よりも小さく、特に 90 年代以降水産物の摂取量が減少している。日本人の食品摂取の全国的傾向としては、3.1 で示したように、畜産物摂取量が 1960 年代以降増大し、逆に農産物の摂取量が徐々に減少し、水産物の摂取量はほぼ一定であるのに対して、 ^{137}Cs の経口摂取では、畜産物の占める割合が増加すると共に、水産物からの経口摂取が 1980 年代以降徐々に増加している。以上より、フォールアウト量が多い 60 年代では、健康リスクは、食品摂取量に大きく影響を受けるが、フォールアウト量が減少し低濃度汚染が続く 1970 年代以降では畜産物と水産物の摂取量が健康リスクに大きな影響を及ぼすことがわかる。特に、近年、1980 年代以降 ^{137}Cs 量の海洋への分配割合が増大している^[3]ことから、水産物の摂取量の及ぼす影響が農・畜産物に比べて大きくなっているといえる。

6 おわりに

本研究では、日本人の地域別の食品摂取パターンを分析することにより、日本人の食品摂取量のばらつきを把握し、大気圏核実験によって環境中に放出された放射性核種による食品汚染に起因する日本人の健康リスク評価モデルを用いて、日本人の食生活の違いが健康リスクに及ぼす影響を評価した結果、地域による食習慣のばらつきによるリスクの変動を定量的に把握することができた。本研究では、各食品を農・畜・水産物の 3 つ分類して分析したが、食習慣のばらつきによる影響をさらに詳しく調べるためには、今後さらに、詳細に各食品による影響を考えることが必要になる。本研究においては、大気核実験由来の放射性物質に起因する観光リスクを推定しているが、非放射性の他の有害微量物質の長期にわたる汚染のリスクを将来的に推定する場合、リスクの決定集団を特定する必要性があり、そのためには、地域差だけでなく、世代や年齢、従事している職業による食習慣のばらつきに関しても定量的に評価することが重要になる。以上のように、リスク評価における食生活さらにはライフスタイルの変化による影響を分析していくことが今後の課題である。

参考文献

- [1] Y.Shimada, S.Morisawa, M.Yoneda, Y.Inoue: A DOSIMETRIC DETERMINATION OF ^{137}Cs INGESTION FROM GLOBAL FALLOUT AND THE RELATED RISKS TO JAPANESE. Health Physics, Vol.74, No.3, p.316-329 (1998).
- [2] 厚生省公衆衛生局栄養課：国民栄養の現状、昭和 21 年度-平成 7 年度版(1946-1995).
- [3] Y.Shimada, S.Morisawa, Y.Inoue: A NUMERICAL MODEL FOR THE ANALYSIS AND EVALUATION OF GLOBAL ^{137}Cs FALLOUT. Health Physics, Vol.70, No.2, p.171-179 (1996).
- [4] ICRP : Limits for Intakes of Radionuclides by Workers, ICRP Pub.30 Suppl. to Part 1, (1979), Pergamon Press.
- [5] 田中義一郎：標準日本人、(環境放射能、佐伯誠道編), ソフトサイエンス社, pp.336-344, (1984).
- [6] 厚生省大臣官房統計情報部編：平成 4 年人口動態統計上巻、(財) 厚生統計協会, (1992).