

事故後 1 年間の食品放射性物質規制の費用と効果

Costs and Effectiveness of the Regulations of Foodstuffs Contaminated with Radioactive Substances Released from Fukushima 1 Nuclear Power Plant

○岡 敏弘*
Toshihiro OKA

Abstract. Costs per life-year saved (CPLYS) were assessed for the regulations of the foodstuffs contaminated with radioactive substances released from Fukushima 1 nuclear power plant. The values for CPLYS for vegetable regulation are 11 to 160 million yen, while the CPLYS for beef regulation is 370 million yen, the values for rice regulation is 300 million to 1 billion yen, and the value for dried persimmon is 280 million yen. Those values are as high as those for the past regulations of chemical substances, but higher than the WTP-based value for the benefit per life-year saved except for the regulation of vegetables.

Key Words: Fukushima 1 nuclear power plant, Cost per life-year saved, Cost-benefit analysis, Cost-effectiveness analysis, Foodstuff regulation

1. はじめに

昨年の大会で、事故直後の野菜と牛乳、7月～8月の牛肉の出荷制限の費用と、その規制によって回避された損失余命とを推定し、そこから計算される余命1年延長費用を計算した結果を報告した。今回は、新たな資料を用いて、その計算を最新のものにし、さらに、米とあんぼ柿の規制について、余命1年延長費用を求める。それを余命1年延長便益と比較しよう。

2. 初期の野菜の出荷制限

原発事故直後から、福島県や関東地方の野菜と牛乳から、放射性ヨウ素と放射性セシウムが検出され始め、政府は、暫定規制値を決めて3月21日から出荷制限等の規制を始めた。全農福島の販売実績を見ると、表1のように、出荷制限の対象になったと思われる野菜の2011年の販売量が2010年のそれと比べておおむね減少している。

表1 JA 全農福島の野菜販売実績(t)

	3月		4月		5月	
	2010	2011	2010	2011	2010	2011
生しいたけ	31	22	17	8	13	13
しゅんぎく	76	44	33	0	10	0
にら	268	198	104	54	76	67
ねぎ	155	97	48	56	49	52
ブロッコリー	7	10	2	0	384	407
ほうれんそう	45	22	16	0	17	1
みず菜	11	8	2	0	1	0
その他野菜・菌茸	162	98	147	23	191	78

JA 全農福島資料。

2010年度の全農の販売量と作物統計の福島県の出荷量との比から福島県の野菜出荷量の減少を推定し、これに2010年の単価をかけて出荷額の減少分を推定すると、表2の「費用」のようになる。

厚生労働省の食品放射性物質検査結果によれば、3月～5月の、出荷制限の対象になった野菜の放射性セシウム濃度は表3のとおりであるから、表2

* 福井県立大学経済学部 (Fukui Prefectural University)

の数量の野菜が出荷されないことによる、放射性セシウム摂取回避量は表4のようになる。

表2 福島県の野菜の出荷制限の費用の推定

	出荷減(t)			費用(千円)		
	3月	4月	5月	3月	4月	5月
生しいたけ	-	21	0	-	19957	0
しゅんぎく	-	92	28	-	56600	-
にら	157	112	20	68448	51712	6022
ねぎ	335	-46	-17	110575	-	-
ブロッコリー	-7	5	-53	-	1548	-
ほうれんそう	208	145	145	76263	91027	62787
みずな	22	15	7	10011	8068	2845
その他	147	286	260	102290	243934	120657
計	869	674	433	367588	472845	192310

JA 全農福島資料と作物統計による。

表3 福島県産野菜の放射性セシウム濃度(2011年3月～5月)

	件数			放射性セシウム(Bq/kg)		
	3月	4月	5月	3月	4月	5月
しいたけ	-	74	45		723	478
しゅんぎく	-	2	-		38	-
にら	14	6	11	28	12	10
ねぎ	3	3	3	11	42	10
ブロッコリー	14	30	53	3353	410	26
ほうれんそう	25	80	90	5827	1225	29
みずな	2	2	3	1702	765	11
その他	54	127	215	4738	544	252
計/平均	112	324	420	2252	542	162

厚生労働省食品放射性物質検査。

表4 福島県の野菜出荷制限によって回避された放射性セシウム摂取

	(kBq)		
	3月	4月	5月
生しいたけ	-	14980	-
しゅんぎく	-	3451	-
にら	4368	1323	201
ねぎ	3673	-	-
ブロッコリー	-	1873	-
ほうれんそう	1213240	177435	4161
みずな	37758	11314	83
その他	698166	155206	65623
計	1957205	365582	70069

原爆被爆生存者の疫学調査からプレストンら(Preston et al. 2003)が得たモデルを2009年の日本の簡易生命表と人口動態統計の死亡率に適用し、さらに、ICRPによる経口摂取の放射性セシウムの線量係数(ICRP 1996)を使うと、日本の平均的年齢の個人が放射性セシウムを1Bq摂取したときの、損失余命係数 6.1×10^{-6} 日/Bq が得られる。これを

表4の放射性セシウム摂取回避量に当てはめると、回避された損失余命(余命延長)が得られる。それで表2の費用を割ると、余命1年延長費用が出る。表5にそれを示す。

表5 福島県の野菜の出荷制限の余命1年延長費用

	3月	4月	5月
費用(億円)	3.7	4.7	1.9
余命延長(年)	32.8	6.1	1.2
1年余命延長費用(億円)	0.11	0.77	1.64

3. 牛肉の出荷制限

2011年7月8日に暫定規制値500Bq/kgを超える放射性セシウムを含む牛肉が見つかり、7月19日から福島県全体で出荷制限され、8月25日に全頭検査を条件に解除されたが、その後も滞留牛が生じ、価格が低下した。

『福島県農林水産業の現状』(2011年7月)によれば、2009年の福島県産の和牛(14019頭)の49.1%が東京都へ、10.6%が神奈川県へ、9.4%が埼玉県へ出荷されている。乳用牛(19016頭、ほとんど交雑牛と思われる)の25.3%が東京都へ、12.3%が神奈川県へ、11.8%が埼玉県へ出荷されている。首都圏、特に東京市場が最大の出荷先である。東京市場への福島産牛肉の出荷頭数を見ると、図1のように、出荷制限された7～8月にゼロにまで落ち込んだが、その後は前年を上回る頭数が出荷され、2011年7月から翌年2月までの総出荷頭数は10808で、前年の同じ時期の数9442を上回っている。したがって、暫定規制値を超えたものを除いては、出荷制限は牛肉の廃棄をもたらさなかったようである。そこで、出荷制限の費用は、出荷遅れによる生産費増分と品質低下とからなると思われる。

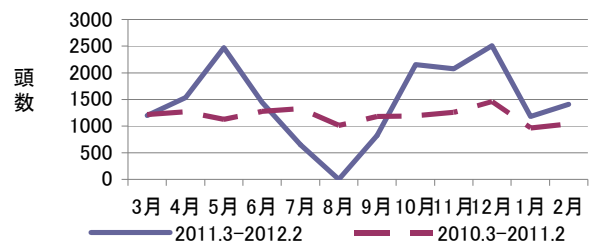


図1 東京市場への福島県産牛肉の出荷頭数

2009年度の畜産物生産費統計によれば、もと畜費を除く生産費の総生産費に対する割合は、和牛で45.8%、乳牛で72.2%、その他の牛で66.6%であ

る。これをそれぞれの1kgあたり出荷額にかけたものを、それぞれの肥育期間(和牛 20.2 月、乳牛 14.6 月、その他 19.2 月)で割ったものは1ヶ月あたりの費用と見なせる。それを和牛、乳牛、その他の福島県の出荷頭数で加重平均すると、42.4 円/kg/月が得られる。これを1ヶ月出荷が遅れることの費用と見なす。

出荷制限の期間中およびその後の各月の2010年の出荷量と2011年の出荷量との差だけ新規滞留牛が発生しているとすると、7月 299t、8月 443t、9月 153tの枝肉に相当する牛が新規に滞留した。9月末にはその合計は895tになっている。10月と11月には、2011年の出荷量の方が大きいので、この滞留が解消していったと考えられる。出荷量の実績から、滞留牛は10月末には460t、11月末には91tに減り、12月末までにゼロになったとしよう。そうすると、滞留した牛の平均滞留期間は2.8月になる。上の費用単価をかけると、出荷制限に伴う滞留によってかかった余分の生産費は枝肉1kgあたり117円と推定される。

品質低下による費用は、2011年7月～2012年2月の品目別・等級別の出荷量を、2010年の価格で評価して、それを2010年の出荷金額と比較することによって推定できる。ただし、2011年7月～2012年2月の出荷数量が前年の同じ時期のそれよりも増えていることを補正して、同一数量にした上で、品目・等級の構成変化だけの影響を取り出すようにしなければならない。

前年の品目・等級別価格で2011年7月～2012年2月の出荷量を評価すると、70億3526万円になり、他方、上記の補正をした前年の出荷額は71億0894万円であり、7369万円低下したことになる。これが品目・等級変化の費用である。これをこの時期の出荷量4938tで割ると、15円/kgになる。

放射性セシウムで汚染された稲藁を使用していた福島県の農家14戸から出荷された牛145頭分の肉の放射性セシウム濃度の最高は4350Bq/kg、平均は457Bq/kgであった(厚生労働省発表資料<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001j1d7.html>から計算.)。この問題が起こる前に測られた福島県産の牛肉(105件)の放射性セシウム濃度の平均は、40Bq/kgであった(厚生労働省「食品中の放射性物質の検査について」http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html)。

出荷制限されたのは福島県で飼われているすべ

ての牛である。このうち、汚染稲藁を与えていない農家の牛の肉の平均的な放射性セシウム濃度を40Bq/kgと見なすと、出荷制限された福島県のすべての牛の肉の平均的な放射性セシウム濃度は、汚染稲藁を与えていた農家の割合によって決まる。福島県の調査(「肉用牛飼養農家の緊急立入調査結果の一部訂正について(平成23年7月25日)」http://wwwcms.pref.fukushima.jp/download/1/chikusan¥_shinsai-gyuniku110725-2.pdf)によれば、調査した肥育牛農家314戸のうち、放射性物質に汚染された稲藁を給与し肉牛を出荷した農家が16戸あった。汚染稲藁を牛に与えた農家の割合が、16/314であるとする、福島県産牛肉の平均的な放射性セシウム濃度は61Bq/kgになる。

そうすると、この規制は牛肉からの平均的な放射性セシウムの摂取を61Bq/kgから40Bq/kgに下げた効果があったと思われる。それによる余命延長は 3.5×10^{-7} 年/kgである。出荷制限の対象になった牛肉の費用は、132円/kgだから、余命1年延長費用は3.7億円である。

4. 米の出荷制限

2011年11月14日(23年産米放射性物質調査終了後)、福島市大波地区(旧小国村)で生産された米から、暫定規制値500Bq/kgを超える放射性セシウムが検出され、福島県は同地区の出荷見合わせを要請した。11月22日福島県は、福島市旧小国村と特定避難勧奨地点が存在する地域を対象として緊急調査を始めた。福島市旧小国村は全袋を検査、特定避難勧奨地点が存在する地域は全戸検査し、調査終了まで出荷を見合わせ、500Bq/kgを超える米があった場合は、旧市町村単位で出荷自粛を要請することとした。その結果、伊達市(旧小国村、旧月舘村、旧富成村、旧柱沢村、旧掛田町、旧堰本村)、福島市(旧福島市)に出荷自粛を要請することになり、次いで、国の指示による出荷制限が行われることになった。別に二本松市(旧渋川村)も出荷制限となった。

12月28日、米モニタリングで僅かでも検出された地域も緊急調査に加え、結局計23247戸、32755件を調査した結果、38戸で500Bq/kgを超え、545戸で100～500Bq/kgだった。100～500Bq/kgが出た地域は出荷見合わせを解除せず、自粛が続いた。

農水省は、12月27日に、500Bq/kgを超える米が出て出荷制限された地域の23年産米を特別隔

離米とし、24年産稲の作付を制限する必要があると発表した。100～500Bq/kgの米が出た地域については、当該米を生産した農家の米を特別隔離米にし、24年産稲の作付制限を検討するとした。福島県は、12月28日に、100～500Bq/kgの米が出た地域の米全部を特別隔離米にするよう要望した。3月29日、農水省は、100～500Bq/kgの米が出た地域の23年産米全部を特別隔離米にすることを決めた。

全袋検査された福島市大波地区の検査結果は表6のとおりであり、濃度の平均は118Bq/kgだった。

表6 大波地区の米の検査結果

放射性セシウム濃度(Bq/kg)	件数
ND	1980
0-100	1641
100-200	813
200-300	232
300-400	61
400-500	56
500-600	16
600-700	61
700-800	75
800-900	29
900-1000	19
1000-1100	22
1100-1200	54
1200-1300	7

福島県「米の放射性物質緊急調査の結果(第9報)について」(2011.12.18)

白米になると、放射性セシウムの濃度は玄米の44%に減る(福島県「暫定規制値を超えた放射性セシウムが検出された玄米について」2011.11.16、「米の放射性物質緊急調査の結果(第2報)について」11.28、「同(第3報)」2011.12.2、「暫定規制値を超えた放射性セシウムが検出された玄米について」12.7)から、白米で平均52Bq/kgの米が出荷を止められた。大波地区の米収穫量は192tである。白米で175tの米が止められた結果、910万Bqの放射性セシウムの摂取が防がれた。それによって回避された損失余命は56年である。192tの米は4600万円に相当し、これが失われた。余命1年を延長するのに3.0億円を失ったことになる。

大波地区の他に暫定規制値を超える米が見つかった福島市と伊達市と二本松市の計8地区では、1900戸の米が検査され、その結果は、表7のとおりである。このうち500Bq/kgを超えた22戸の27袋の平均は756Bq/kgであった(福島県「暫定規制値を超えた放射性セシウムが検出された玄米について」2011.12.7)。100～500Bq/kgの分布は、100

～200が208件、200～300が41件、300～400が22件、400～500が7件であり(「米の放射性物質緊急調査の結果(第11報)について」)、平均188Bq/kgである。100Bq/kg以下の平均を50Bq/kg、NDを25Bq/kgとして平均を求めると、55Bq/kg、白米では24Bq/kgになる。

表7 暫定規制値を超える米が出た地域の結果

濃度区分(Bq/kg)	ND	～100	100～500	500～
戸数	1226	474	178	22

福島県「米の放射性物質緊急調査の結果について(取りまとめ)【訂正】」別表、2012.2.7

2010年農業センサスによれば、この地域の稲作付面積は835haであり、平均収量を530kg/10aとすると、4400tの米が出荷を止められた。大波地区と合わせると、平均濃度58Bq/kgの米4600tが出荷を止められた。失われた価値は11億円である。白米では26Bq/kgの4200tの米が口に入らず、放射性セシウム1.1億Bqの摂取が防がれた。余命延長は1.8年であり、1年余命延長費用は6.0億円である。

100Bq/kgを超える米が出たが、500Bq/kgを超える米は出なかった地域すべてが県の指示で出荷を見合わせ、結局出荷されなかったが、この地域の検査結果は表8のとおりである。

表8 100～500Bq/kgの米が出た地域の検査結果

濃度区分(Bq/kg)	ND	～100	100～500
戸数	6730	1632	313

100～500Bq/kgの中の分布が出荷制限地域のそれと同じとすると、平均濃度は36Bq/kgになる。白米では16Bq/kgである。農業センサスの面積(6100ha)から計算したこの地域の収穫量は32000tであり、この米の出荷をしないことによって防がれた放射性セシウムの摂取量は4.6億Bqで、損失余命は7.8年である。失われた価値は78億円であり、余命1年延長費用は10億円になる。

5. あんぽ柿

柿をあんぽ柿や干し柿に加工することによって放射性セシウムが濃縮し、実際、加工後暫定規制値を超える放射性セシウムが検出されるものが見つかったことから、福島県は、2011年10月14日に、伊達地方のあんぽ柿と干し柿の加工を自粛す

るよう指導した。11月2日にはその対象地域を福島市と南相馬市に広げた。

伊達地方(伊達市・桑折町・国見町)で測られたあんぽ柿の放射性セシウムの平均濃度は247.7Bq/kgであった(福島県「あんぽ柿及び干し柿等の柿を原料とする乾燥果実の加工自粛要請について」2011年10月14日(プレスリリース資料)から)。その他の地域の平均濃度は85.2Bq/kgである(福島県「伊達地方以外におけるあんぽ柿及び干し柿等の柿を原料とする乾燥果実の加工自粛要請について」2011年11月2日(プレスリリース資料)から計算)。あんぽ柿のデータにはNDがあるが、あんぽ柿の値と干し柿の値の比の平均が0.628であることから、あんぽ柿のNDは干し柿の値の0.628倍として平均値を出した。

JAグループ東京電力原発事故農畜産物損害賠償対策福島県協議会がまとめた賠償請求の第8次(2012年1月1日請求)と第9次(同1月31日請求)の中にあんぽ柿に関わるもの20億9900万円が含まれていると福島民報が報じている(福島民報2011年12月7日、2012年1月19日)。この他に2月の第10次請求にもあんぽ柿分が含まれているらしく、それを8~10次の請求の5.7%として、福島県全体にあんぽ柿での損害賠償請求額を22億2500万円と推定する。あんぽ柿の加工自粛の損害賠償額は、出荷額の76~77%であることから、出荷額の減少分は29億800万円と推定される。

一方、全農の販売実績によると、2011年度にあんぽ柿の販売量は19tで、前年度に比べて1188t減った。同じく販売額は17億9563万円減った。このことから福島県の出荷に占める全農の割合を61.7%と見なすと、福島県にあんぽ柿の出荷量の減少分は1924tと推定される。伊達地方が産地の中心であることから、放射性セシウムの平均濃度を247.7Bq/kgとすると、この加工自粛によって回避された放射性セシウム摂取量は、477MBqになる。これによる損失余命は8.0年である。

これを回避するためにかけた費用が、上の損害額22億2500万円であるから、余命1年延長費用は2.8億円になる。

6. 費用効果分析

以上で推定した余命1年延長費用をまとめると表9のようになる。

表9 出荷制限等の余命1年延長費用(まとめ)

対象		余命1年延長費用(億円)
野菜	3月	0.11
	4月	0.77
	5月	1.6
牛肉		3.7
米	大波地区	3.0
	500Bq/kgを超えた地区	6.0
	100~500Bq/kg地区	1.0
あんぽ柿		2.8

初期の野菜の出荷制限と比べて、米の出荷制限(事実上の)は最大で90倍も高い費用をかけて同じリスクを回避したことがわかる。これによって、米の出荷制限の方がより非効率的であったとすることができる。このように、政策効果1単位当たりの費用の大小によって諸政策の効率性を比較することは、費用効果分析と呼ばれる。費用効果分析は効率性によって政策に優先順位をつけることができる。しかし、優先順位をつけられた政策の第何位まで実行すべきかを言うことはできない。

あるいは、別の分野の政策と、今対象としている分野の政策との効率性を、費用効果分析によって比較することもできる。例えば、これまでの化学物質の規制について、削減されたリスク(これも損失余命で表現されている)の1単位にいくらの費用をかけたかについて、表10の推定がある(岡2006、190頁)。これらの値に比べると、初期の野菜の規制は効率的で、米の規制は非効率であったと言える。こうした比較は日本社会が集団としてとってきた行動の間に整合性を与えることを可能にする。過去の政策が正しかったとすれば、少なくとも5億7000万円かけて平均余命を1年延ばす政策を採らない理由はないというように。しかし、過去の政策が正しかったという保証はないし、また正しかったとしても、今10億円/年・余命の政策を実行すべきかどうかについては何も言えない。

表10 化学物質規制の余命1年延長費用

事例	余命1年延長費用(億円)
しろあり防除剤クロルデンの禁止	0.45
苛性ソーダ製造での水銀法の廃止	5.70
乾電池の無水銀化	0.22
ガソリン中のベンゼン含有率の規制	2.30
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制	1.50

7. 費用便益分析

費用便益分析は、このような状況の意思決定に指針を与えることができる。余命1年延長費用が、

余命1年延長の便益を超えなければ、効率的であるというのが費用便益分析の論理である。余命延長の便益は、それ(または死亡率低減)への支払意思額(WTP)に基づくべきだというのが、経済学者に受け入れられている定説である。

微小な死亡率の減少への WTP をその減少分で割ったものは確率的生命の価値(VSL)と呼ばれ、多くの計測が行われてきたが、米国や英国では、政策評価に用いる VSL の値を定めようとしてきた。米国の2004年のディーゼル排ガス規制の影響分析では、95%信頼区間を100万~1000万ドルとした(USEPA 2004、岸本 2005)。英国では、交通政策に使う VSL を得るために質問法による調査が行われて、1985年に50万ポンドという値が決まり、名目GDPの上昇にあわせてそれが改訂されて使われてきた(UK Department for Transportation 2007)。

日本では、交通政策の死亡事故減少の便益は、事故補償と同じ逸失利益に基づいて測られており、VSLの公式の値はどの分野にも存在しないが、計測例は多数ある。完全な横断的分析はなされていないが、得られる推定値を集めて(山本・岡 1994、岡 1999、今長 2001、古河・磯崎 2004、Tsuge et al. 2005、内閣府 2007、宮里 2010、栗山 2012)、平均を取ると、約8億円になる。これは少し高めだが、米国で妥当とされる範囲内にある。VSLは年死亡率減少へのWTPに基づいているから、日本で1件の死亡がもたらす損失余命の平均値が約40年であることを考えると、8億円のVSLは、2000万円の余命1年延長便益に相当する。

3月の野菜の規制の余命1年延長費用は1100万円で、この便益を下回っている。4月は2000万円を超えるが、3月の規制と一体のものと考えたと非効率とは言えない。これに対して、牛肉、米、あんぼ柿の規制は非効率であった。

8. 費用便益分析の適用可能性

費用便益分析は補償原理に基づいた評価手法である。したがって、その限界は補償原理の限界でもある。補償原理の根本的限界は、分配を問わないところにある。現実適用の際には、リスクや費用・便益の分配に偏りがある場合には、費用便益分析の効率性評価は倫理的に問題をもつことになる。

食品の放射能汚染の問題では、リスクは広く分散し、特定の集団に集中しているとは思われない。

また、リスク自体が非常に小さいので、分配の問題は小さいと言えるだろう。したがって、効率性基準を適用する余地が大きいと思われる。実際、閾値のない放射線リスクにかかわる食品の規制基準を、効率性の観点以外に合理的に決める方法がないという点でも、費用便益分析の役割は大きい。

参考文献

- 古川俊一・磯崎肇(2004)「統計的生命価値と規制政策評価」『日本評価研究』4, 53-65.
- ICRP (1996), Publication 72, *Annals of the ICRP*, 26(1).
- 今長久(2001)「道路交通事故の社会的損害額の推計」『道路交通経済』2001-7, 98-105.
- 岸本充生(2005)「確率的生命価値の公的利用—英国と米国の場合」, 『会計検査研究』31, 221-234.
- 栗山浩一・伊藤伸幸・佐藤真行・吉田友美(2012)「放射性物質と食品選択行動—選択実験による分析—」日本農業経済学会 2012 年度大会.
- 宮里尚三(2010)「労働市場のデータを用いた Value of a Statistical Life の推計」『日本経済研究』63, 1-28.
- 内閣府(2007)『交通事故の被害・損失の経済的分析に関する調査研究報告書』.
- 岡敏弘(1999)『環境政策論』岩波書店.
- 岡敏弘(2006)『環境経済学』岩波書店.
- Preston, D.L., Shimizu, Y., Pierce, D.A., Suyama, A. and Mabuchi, K. (2003), Studies of mortality of atomic bomb survivors. Report 13: Solid cancer and noncancer disease mortality: 1950-1997, *Radiation Research*, 160, 381-407.
- Tsuge, T., Kishimoto, A. and Takeuchi, K. 'A choice experiment approach to the valuation of mortality', *Journal of Risk and Uncertainty*, 31, 73-95.
- UK Department for Transportation (2007), 2005 valuation of the benefits of prevention of road accidents and casualties, *Highways Economics Note*, No.1.
- U.S. Environmental Protection Agency (2004), *Final Regulatory Analysis: Control of Emissions from Nonroad Diesel Engines*, EPA420-R-04-007.
- 山本秀一・岡敏弘(1994)「飲料水リスク削減に対する支払意思調査に基づいた統計的生命の価値の推定」『環境科学会誌』7, 289-301.