

放射能汚染食品規制のリスク便益分析

岡敏弘 (福井県立大学経済学部)*

2012年9月15-16日

環境経済政策学会2012年大会

*〒910-1195 福井県吉田郡永平寺町松岡兼定島4-1-1、Tel: 0776-61-6000、E-mail: oka@fpu.ac.jp、URL: www.s.fpu.ac.jp/oka。

放射線リスク

- 放射線のがんのリスクには閾値がないものとして管理するという考え方がICRP(国際放射線防護委員会)などの場を通じて早くから確立してきた。
- 閾値がなく、ゼロリスクが無理だとすれば、どこまでのリスクを我慢して受け入れるかを決めなければならない。その際、リスクを受け入れるのと引き替えに得られる便益を考慮に入れてそれを決めようというのが、リスク・ベネフィット(リスク便益)原則
- ICRP(国際放射線防護委員会)の「正当化」も「最適化」もリスク便益原則
- 福島第一原発事故後の放射線リスクの管理では、閾値がないことがゼロ・リスクを追求すべきだということに結びつけられて、混乱を来している。
- 現実の放射性物質放出事故後の「現存被曝状況」でリスク便益原則を具体的にどう実現するかは、ICRPでもはっきり示されてきたわけではない。
- 放射性物質による食品汚染の管理について、それを追求しよう。
- リスクを受け入れるのと引き替えに得る便益とは、リスクを減らそうとすると失う便益、すなわち費用である。費用が大きければ、リスク削減はしにくいし、削減リスクが大きければ、削減はしやすい。そこで、リスクを1単位減らすのにかかる費用を測ればよい。リスクを損失余命で測るなら、「余命1年延長費用」を。

食品中放射性セシウムの損失余命係数

	放射線被曝 の損失余命 ¹⁾ (日/mSv)	線量係数 ²⁾ (mSv/Bq)	放射性セシウム の損失余命 (日/Bq)
0歳	1.7	2.4×10^{-5}	4.1×10^{-5}
0-9歳	1.5	1.1×10^{-5}	1.7×10^{-5}
10-19歳	0.99	1.6×10^{-5}	1.6×10^{-5}
20-34歳	0.59	1.6×10^{-5}	9.5×10^{-6}
35-49歳	0.31	1.6×10^{-5}	4.9×10^{-6}
50歳-	0.066	1.6×10^{-5}	1.1×10^{-6}
全年齢	0.42		6.1×10^{-6}

1) Preston et al (2003)の、30歳で1Sv被曝して70歳に到達したときの超過相対リスク(ERR)が、男で0.35、女で0.59で、ERRが、被曝時年齢が10増す毎に31%下がり、到達年齢割る70の0.7乗に比例するというモデルを、日本の2009年簡易生命表とがん死亡率に当てはめて算出した。

2) ICRP(1996), Publication 72, *Annals of the ICRP*, 26(1)からCs-134とCs-137とを同量として。

福島県産葉野菜の放射性セシウム濃度(2011年3月～5月)

	3月		4月		5月	
	件数	放射性セシウム 濃度(Bq/kg)	件数	放射性セシウム 濃度(Bq/kg)	件数	放射性セシウム 濃度(Bq/kg)
しいたけ	0	-	74	720	45	480
しゅんぎく	0	-	2	38	0	-
ニラ	14	28	6	12	11	10
ねぎ	3	11	3	42	3	10
ブロッコリー	14	3400	30	410	53	26
ほうれんそう	25	5800	80	1200	90	29
みずな	2	1700	2	770	3	11
その他	54	4700	127	540	215	250
計・平均	112	2300	324	540	420	160

JA 全農福島の野菜販売実績

	数量 (t)						金額 (千円)					
	2011年			2010年			2011年			2010年		
	3月	4月	5月	3月	4月	5月	3月	4月	5月	3月	4月	5月
生しいたけ	22	8	13	31	17	13	17875	6457	8495	30274	16372	11677
しゅんぎく	44	0	0	76	33	10	15876	0	92	34368	20297	5158
にら	198	54	67	268	104	76	60053	16870	15901	117161	48088	22736
ねぎ	97	56	52	155	48	49	27033	7507	8400	51177	14594	12312
ブロッコリー	10	0	407	7	2	384	2275	0	106255	1585	677	106205
ほうれんそう	22	0	1	45	16	17	6828	0	426	16482	10055	7369
みずな	8	0	0	11	2	1	2645	0	3	4964	1091	63
その他	98	23	78	162	147	191	34683	13656	30183	112451	125592	88573

2010年度全農福島の販売量と作物統計の福島県の出荷量との比

	全農販売量 (t)	作物統計の出荷量 (t)	全農の割合 (%)
しゅんぎく	350	976	35.9
にら	1377	3080	44.7
ねぎ	1098	6340	17.3
ブロッコリー	2008	4590	43.7
ほうれんそう	359	3250	11.0
みずな	38	281	13.5
総計・平均 ¹⁾	51251	118007	43.4

1) この他に、だいこん、ばれいしょ、みつば、アスパラガス、きゅうり、かぼちゃ、なす、トマト、ピーマン、さやいんげん、さやえんどうを含めた合計およびその平均。

福島県の野菜の出荷制限費用の推定

	3月			4月			5月		
	出荷減 ¹⁾ (t)	単価 (円/kg)	費用 (千円)	出荷減 ¹⁾ (t)	単価 (円/kg)	費用 (千円)	出荷減 ¹⁾ (t)	単価 (円/kg)	費用 (千円)
生しいたけ	-	-	-	21	963	19957	0	-	0
しゅんぎく	-	-	-	92	615	56600	28	516	14383
にら	157	437	68448	112	462	51712	20	299	6022
ねぎ	335	330	110575	-46	304	-14045	-17	251	-4353
ブロッコリー	-7	226	-1553	5	339	1548	-53	277	-14541
ほうれんそう	208	366	76263	145	628	91027	145	433	62787
みずな	22	451	10011	15	546	8068	7	63	466
その他	147	694	102290	286	854	243934	260	464	120657
計	869		367588	674		472845	433		189932

1) 全農福島の2011年と2010年の販売量との差を全農の出荷割合で割ったもの。

野菜の出荷制限による放射性セシウム摂取回避量

(kBq)

	3月	4月	5月
生しいたけ	-	15000	-
しゅんぎく	-	3500	-
にら	4400	1300	200
ねぎ	3700	-	-
ブロッコリー	-	1900	-
ほうれんそう	1200000	180000	4200
みずな	38000	11000	83
その他	700000	160000	66000
計	2000000	370000	70000

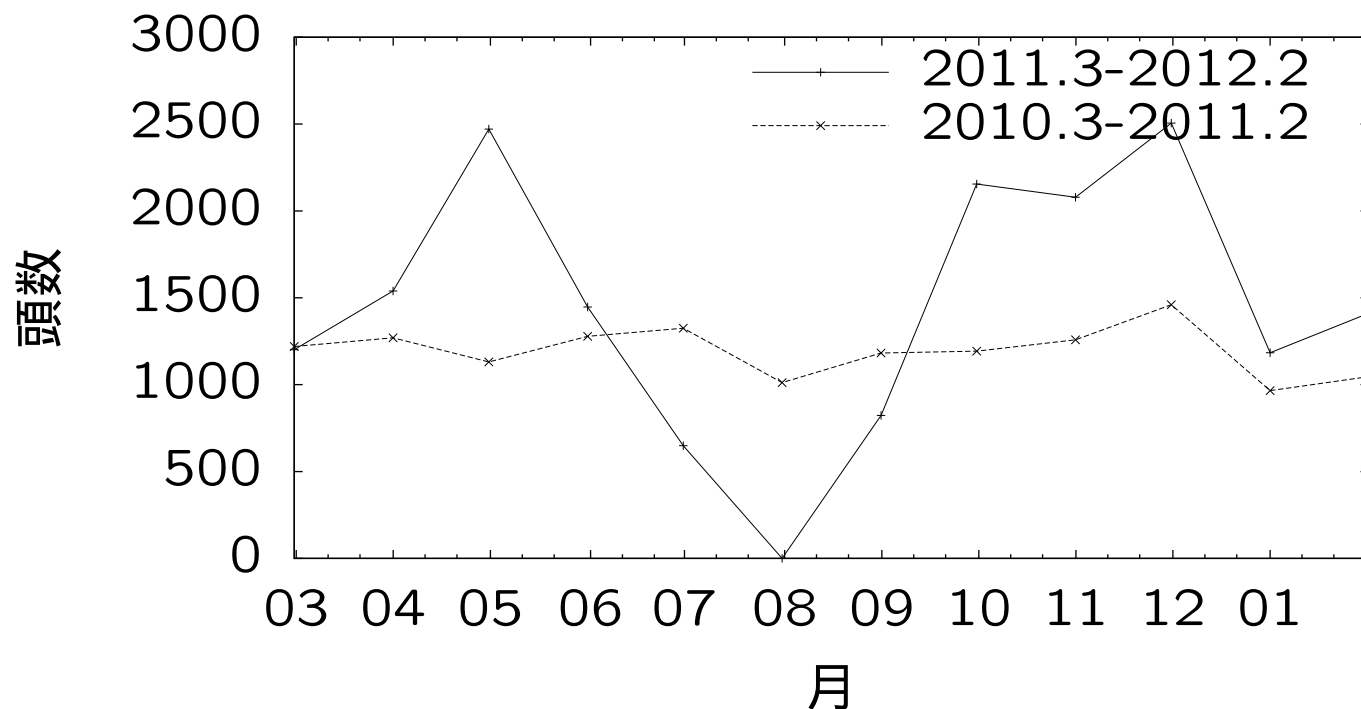
福島県の野菜の出荷制限の余命1年延長費用

	3月	4月	5月
費用(億円)	3.7	4.7	1.9
余命延長(年)	33	6.1	1.2
余命1年延長費用(億円)	0.11	0.77	1.6

牛肉の出荷制限

- 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(2009年)。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。

東京市場への福島産牛肉の出荷頭数(総計)



- 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牛肉を除いては、出荷制限によって牛肉が廃棄されたということはないと見られる。

出荷制限の費用

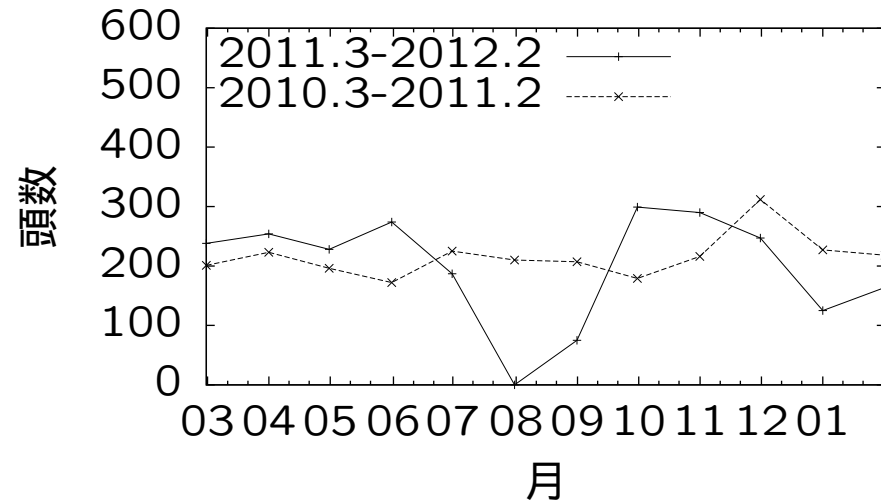
- しかし、2011年7月から翌年2月までの出荷額は36億8000万円で、前年の同じ時期の60億4000万円を大きく下回っている。牛肉の平均価格は、2010年7月～2011年2月の1440円/kgから、2011年7月～2012年2月の745円/kgへと、半分近くに下がった。
- このことから、出荷制限の費用としては次のものが考えられる。
 1. 出荷遅れによる余分の生産費
 2. 出荷遅れによる品質の低下
 3. 価格低下

出荷遅れによる余分の生産費

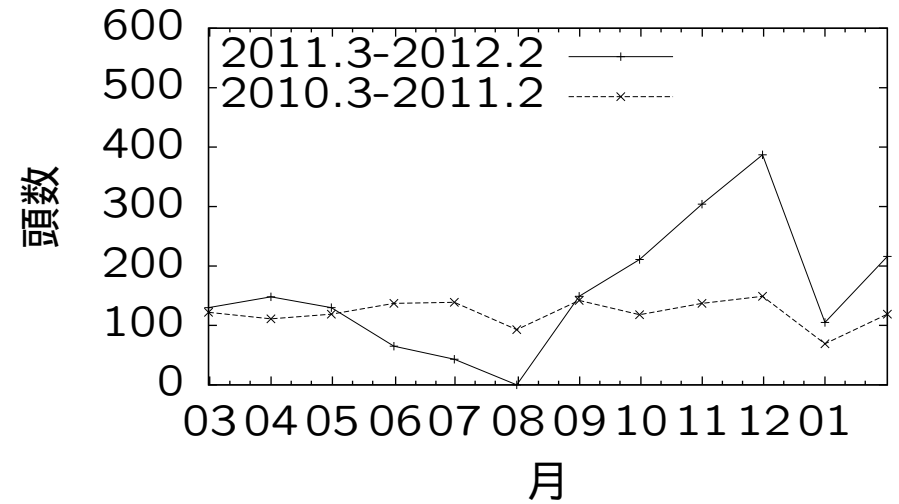
- 肥育費用—42.4円/kg/月
- 滞留牛の新規発生—7月299t、8月443t、9月153t、合計895t
- 滞留牛の量—10月末460t、11月末91t、12月末0
- 平均滞留期間—2.8月
- 余分の生産費は117円/kg

東京市場への福島産牛肉の出荷頭数(和牛品目別)

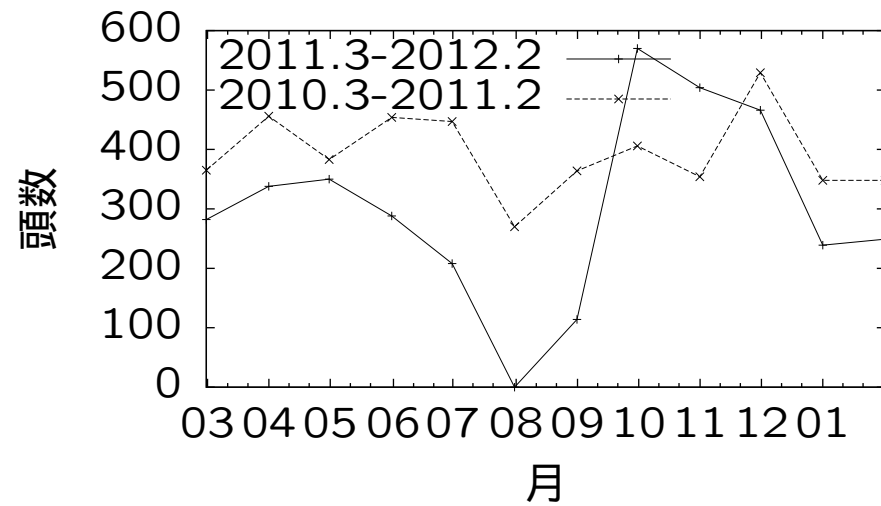
和牛生体めす



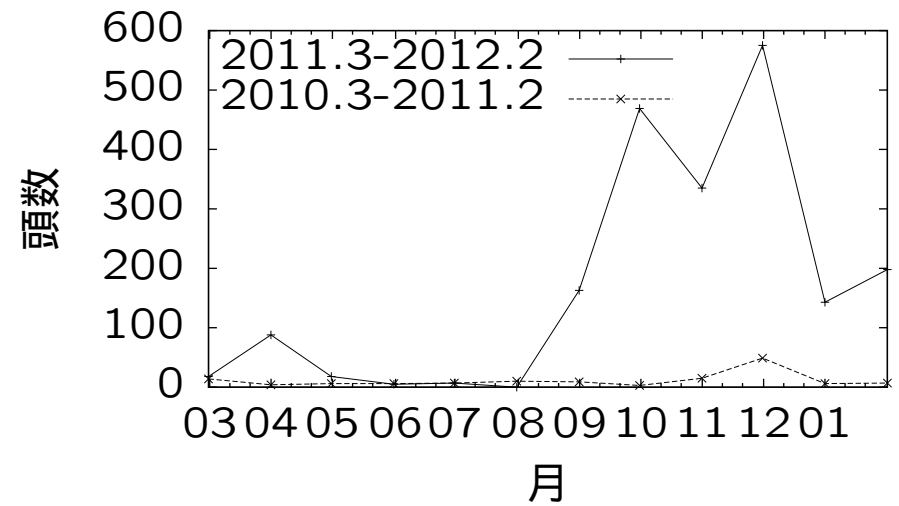
和牛搬入めす



和牛生体去勢

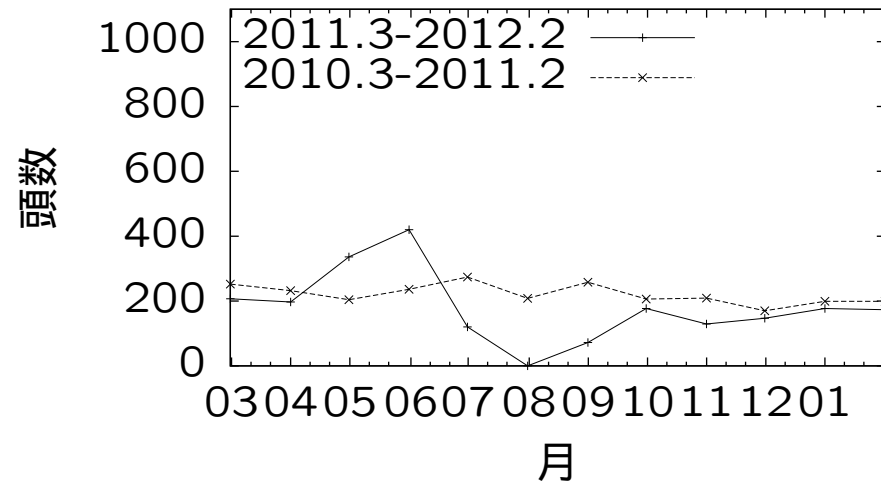


和牛搬入去勢

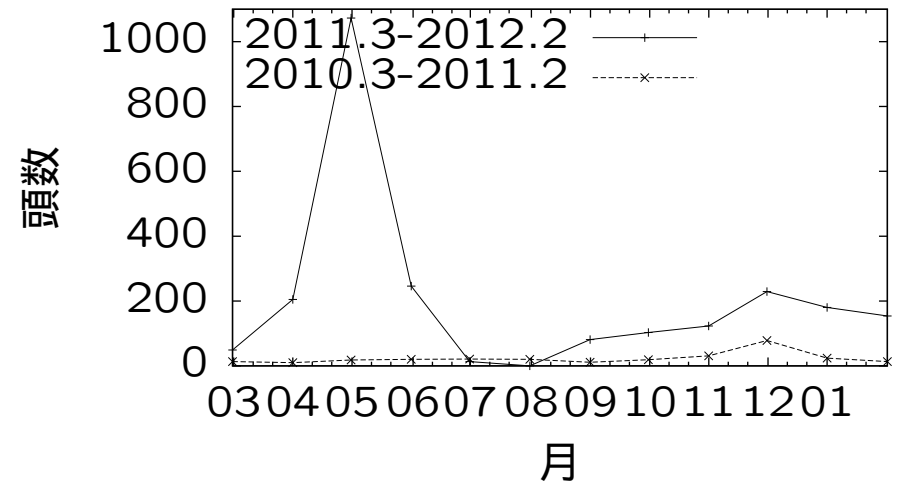


東京市場への福島産牛肉の出荷頭数(交雑牛品目別)

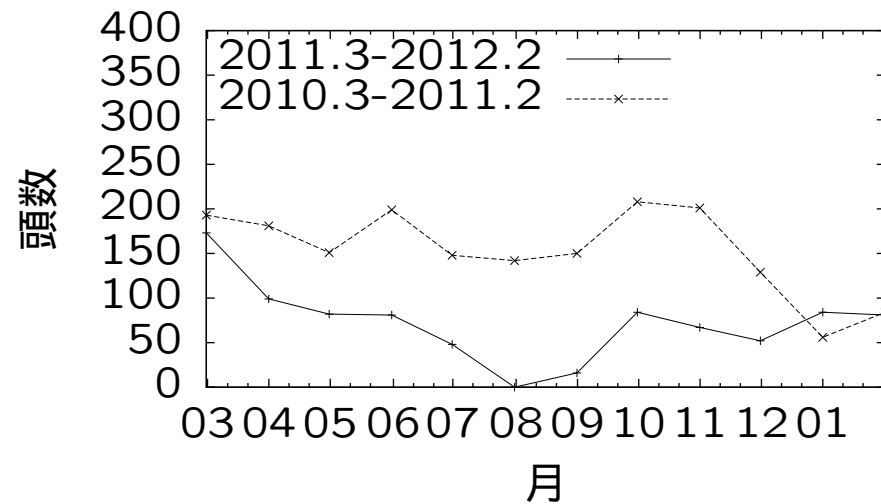
交雑生体めす



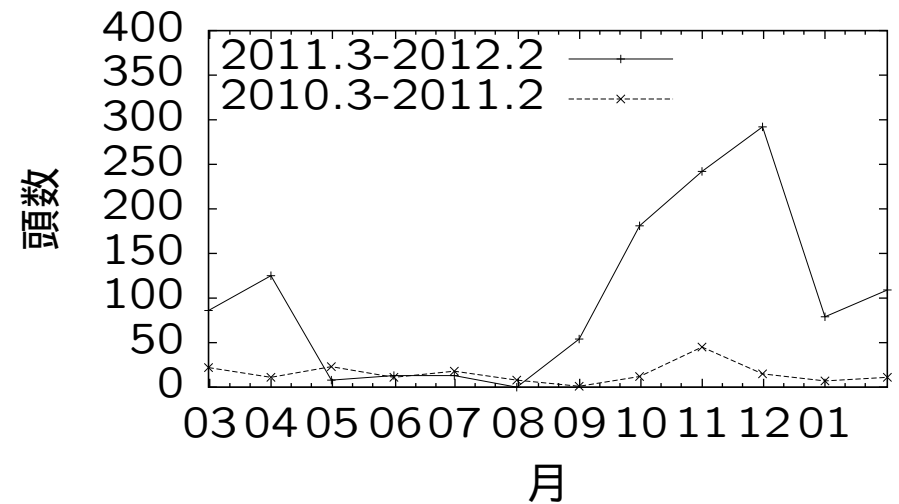
交雑搬入めす



交雑生体去勢

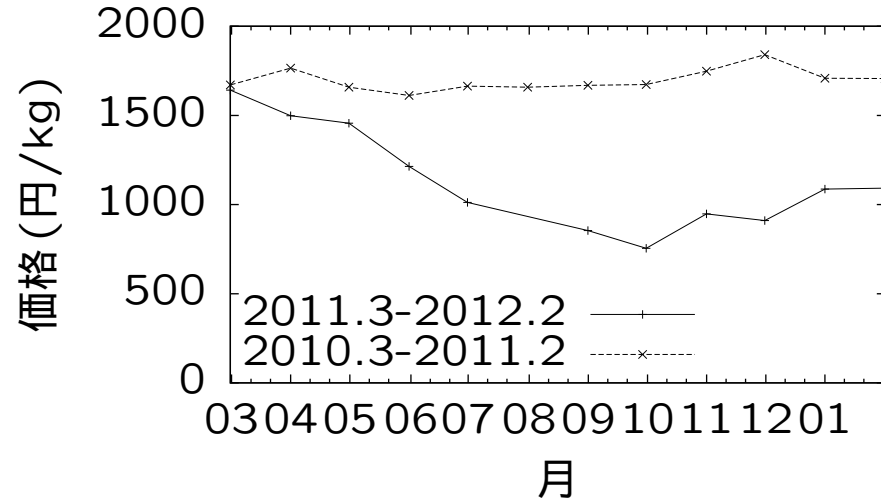


交雑搬入去勢

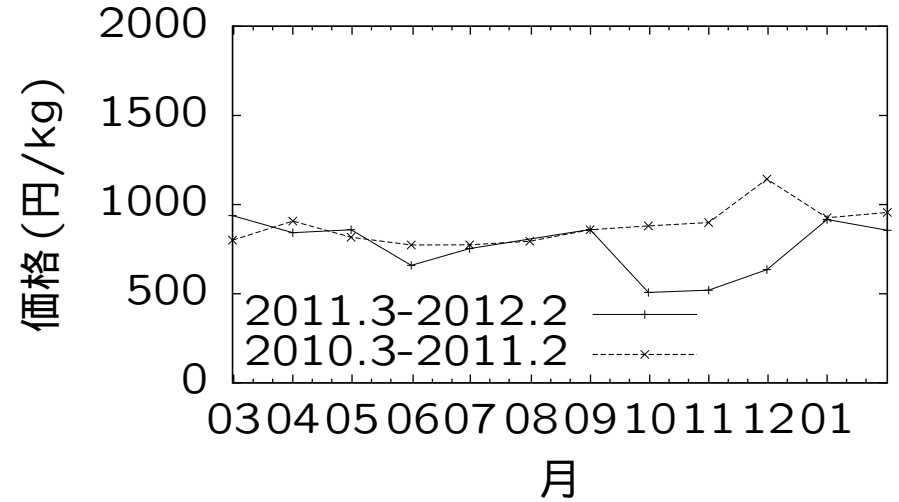


東京市場での福島産牛肉の価格 (和牛生体めすと和牛搬入めす)

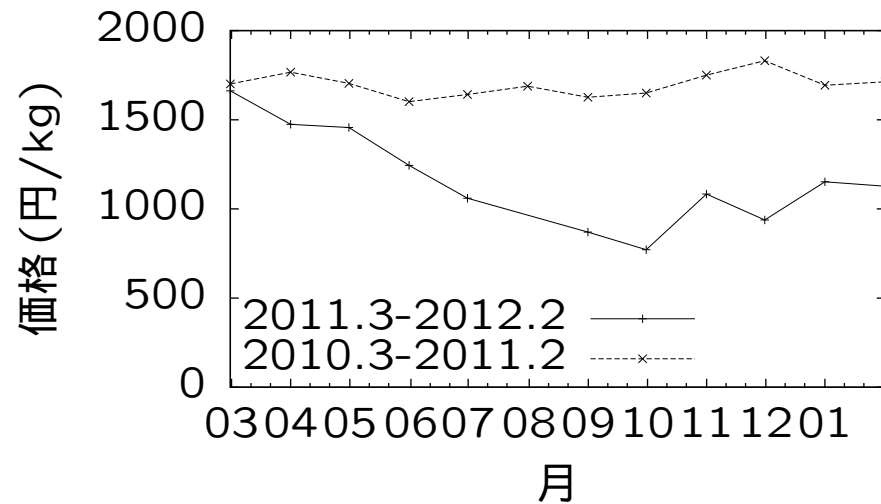
和牛生体めす



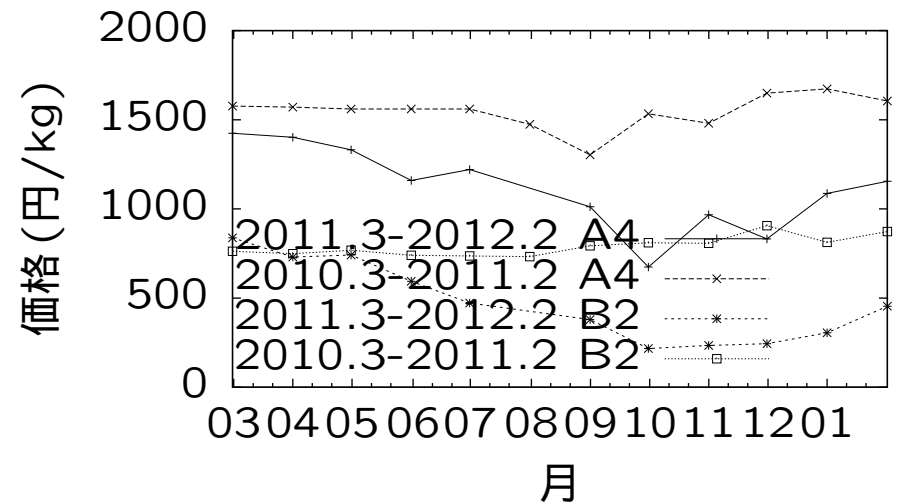
和牛搬入めす



和牛生体めす A4



和牛搬入めす A4B2



品質低下の費用

- 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。
- 前年の出荷額は71億0894万円。
- 品目・等級変化の費用は7369万円。
- れをこの時期の出荷量4938tで割ると、15円/kg。

価格低下

1. 価格は下がったが、消費者はこれまで通り購入して同等の満足を得ている場合

- 社会的には費用はない。農家の損失分と同じだけの利益を流通部門が得ている。

2. 価格低下が、消費効用の低下を反映している場合

- 出荷制限と無関係なら、風評被害である。
- 出荷制限のせいなら、出荷制限に伴う費用と見なされる。

— 価格低下のすべてが出荷制限のせいだと仮定する場合—2011年7月～2012年2月の品目別・等級別出荷量を前年価格で評価すると、70億3526万円、実際の出荷金額は36億8086万円で、出荷量は4938tなので、価格低下は679円/kg。

牛肉出荷制限の余命1年延長費用

- 汚染稲藁を使用していた農家14戸から出荷された牛(145頭)の放射性セシウム濃度の最高は4350Bq/kg、平均は457Bq/kg。
- 以前に測られた105件の平均は40Bq/kg。
- 汚染稲藁を牛に与えた農家は、314戸中16戸。
規制されたとき、福島県産牛肉の平均的な放射性セシウム濃度は61Bq/kgであったと推定。
- 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。それによる余命延長は 1.3×10^{-4} 日/kg = 3.5×10^{-7} 年/kg。
- 出荷制限の対象になった牛肉の費用は、価格低下が規制と無関係ならば、132円/kg、価格低下がすべて出荷制限によって起こったものだとしたら、811円/kgである。
- よって、余命1年延長費用は、3.7億円～23億円。

米の問題

- 2011年11月14日、福島市大波地区(旧小国村)の米から500Bq/kgを超える放射性セシウム検出。 福島県出荷見合わせ要請。
- 11月22日から県緊急調査。調査終了まで出荷見合わせ。500Bq/kgを超えたら出荷自粛。
伊達市7地区、福島市1地区で出荷自粛。 国の出荷制限へ(二本松市1地区も)。
- 12月28日緊急調査拡大 計23247戸、32755件調査。38戸で500Bq/kg超。545戸で100～500Bq/kg。100Bq/kg以上の地域も出荷見合わせ解除せず。
- 12月27日農水省、500Bq/kgを超えた地域の米を特別隔離米に。100～500Bq/kgの農家の米を特別隔離米に。福島県は100～500Bq/kgの地域全体を特別隔離米にするよう要望。
- 3月29日、農水省、100～500Bq/kgの米が出た地域の23年産米を特別隔離米に。

福島市大波地区(旧小国村)

- 全袋(5066件)検査され、結果は以下の通り。

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

平均 118Bq/kg。白米では平均52Bq/kgの米が出荷制限された。

- 大波地区の米収穫量は192t。米の価格を240円/kgとすると、失われた米の価値は4600万円—これが費用。
- 192tの玄米が175tの白米になるとして、その放射性セシウムは910万Bq。これに損失余命係数 6.1×10^{-6} [日/Bq]をかけると、56人・日(0.15人・年)の損失余命。
- 余命1年延長費用は3.0億円。

暫定規制値を超える米が出て出荷制限された地域全部

- 福島市(旧福島市)、伊達市(旧小国村、旧月舘町、旧掛田町、旧富成村、旧柱沢村、旧堰本村)、二本松市(旧渋川村)で1900戸の米検査。その結果は

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

- 500Bq/kgを超えたのは27件(22戸)、その平均値は756Bq/kg。
- 100~500Bq/kgのもの分布

濃度区分(Bq/kg)	100~200	200~300	300~400	400~500
件数	208	41	22	7

平均188Bq/kg。

- ここから全体の平均は55Bq/kg。白米にすると24Bq/kg。
- この地域の稲作付け面積は835ha。平均収量を530kg/10aとして4400tの米。
- 大波地区が192tで平均濃度118Bq/kg。それ以外の出荷制限地域が4400tで55Bq/kg。出荷制限地域全体で見れば、平均濃度58Bq/kgの米4600tが出荷を止められた。
- 米4600t廃棄によって失われる価値は11億円である。
- リスク削減便益は、白米で26Bq/kg、消費量も4200tだから、口に入る放射性セシウムは1.1億Bq。これの損失余命は660人・日 = 1.8人・年。
- 余命1年延長費用は6.0億円。

100 ~ 500Bq/kg の米が生産された地域

- 緊急調査で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のすべての米が結局特別隔離米になり、出荷されなかった。
- この地域の検査結果は

濃度区分 (Bq/kg)	検出せず	100以下	100を超え500以下
戸数	6730	1632	313

- 100 ~ 500Bq/kg の平均濃度を、大波地区を含む出荷制限地域のそれと同じとすると、194Bq/kg。これを使って、100以下は50、検出せずは25として平均をとると、36Bq/kg。白米なら16Bq/kg。
- センサスの面積(6100ha)から計算した収穫量は32000t。これを廃棄することで失われる価値は78億円。
- 口に入る放射性セシウムは4.7億Bq。その損失余命は7.8年。余命1年延長費用は10億円。

あんぽ柿の加工自粛

- 2011年10月14日、福島県、あんぽ柿・干し柿の加工自粛指導。
- 伊達地方のあんぽ柿の放射性セシウム平均濃度は247.7Bq/kg。その他の地域は85.2Bq/kg。
- あんぽ柿の損害賠償請求金額推定値—22億5000万円。
- 出荷量の減少を1924tと推定。伊達地方の平均濃度を採用して、回避された放射性セシウム摂取量は477MBq。回避された損失余命は8.0年。
- 余命1年延長費用は2.8億円。

余命1年延長費用のまとめ

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 ~ 23
米	大波地区	3.0
	500Bq/kg 超える地区	6.0
	100 ~ 500Bq/kg 地区	10
あんぼ柿		2.8

過去の化学物質規制との比較

事例	余命1年延長費用 (万円/年-LLE)
シロアリ防除剤クロルデンの禁止	4500
苛性ソーダ製造での水銀法の禁止	57000
乾電池の無水銀化	2200
ガソリン中のベンゼン含有率の規制	23000
ごみ焼却施設でのダイオキシンの規制 (緊急対策)	790
(恒久対策)	15000

確率的生命の価値 (VSL: value of a statistical life)

- 米国
 - Fisher et al. (1986) — 160万～850万ドル
 - 1997年大気政策評価 — 480万ドル
 - 2004年ディーゼル排ガス規制影響分析 — 100～1000万ドル
- 英国
 - Jones-Lee et al. (1985)から50万ポンド 名目GDPに合わせて改訂。
- 日本の推定値—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
 - 平均は8億円
 - 余命1年の価値 2000万円

規制の費用が便益を上回らない基準値

$$q = \frac{p}{vc} \quad [\text{Bq/kg}]$$

(p 円/kg の費用、 v 円/年の余命延長便益、 c 年/Bq の損失余命係数)

	価格 (円/kg)	基準値 (Bq/kg)
野菜	250	750
牛乳	83	250
牛肉	1400	4200
米	240	720

費用便益分析の適用可能性

- 費用便益分析の限界は分配(世代内・世代間)にある。
- 食品の放射能汚染問題では、リスク分配の偏りは小さい。
- 費用の側に分配の偏りがあり得るが、補償がなされている。

食品汚染の問題こそ、もっと効率性の観点で考えるべきであり、新古典派の枠組が適用できる問題である。

- 分配問題が小さい。
- 静学的でよい。
- 費用便益分析以外に基準を決める合理的な方法がない。