青森県六ヶ所村及びその周辺市町村における 家畜の飼料給与量

五代儀 貴^{*1}, 久松 俊一^{*1}, 稲葉 次郎^{*1}

(2002年2月4日受理)

(2002年5月27日再受理)

Livestock Feed for Domestic Animals in and around Rokkasho, Aomori

Takashi IYOGI^{*1}, Shun'ichi HISAMATSU^{*1} and Jiro INABA^{*1}

We collected natural and sociological environmental data related to the estimation of radiation dose by radionuclides that will be released from nuclear power facilities in Rokkasho Village. The consumption rate of livestock feed eaten by domestic animals is an important factor for the estimation of radioactive material transfer to the animals. We surveyed the amount of livestock feed in and around Rokkasho Village by means of questionnaires to stockbreeding farmers. The questionnaires were distributed to 90 farmers who kept one of five kinds of domestic animals or poultry; milking cattle, beef cattle, hogs, broilers and laying hens. Several farming companies were also included as subjects. Recovery of the questionnaires was 59%. The hogs, broilers and laying hens were fed compound feeds consisting of imported materials. The feed for milking cattle and beef cattle consisted of grass, field corn and other concentrates. The consumption rates of grass and field corn for dairy cattle were 20.4 kg-fresh d⁻¹ and 6.8 kg-fresh d⁻¹, respectively. The grass and field corn consumption rates for beef cattle were 3.1 kg-fresh d⁻¹ and 0.5 kg-fresh d⁻¹, respectively. All of these rates are lower than those used for dose assessment of the reprocessing plant, which is now under construction in Rokkasho Village.

KEY WORDS: Rokkasho Village, dose assessment, domestic animals, livestock feed, milking cattle, beef cattle

I は じ め に

我が国初の商業用核燃料サイクル施設が青森県六ヶ所村に建設中である。本施設はウラン濃縮工場、核燃料再処理施設、低レベル放射性廃棄物埋設センター、高レベル放射性廃棄物貯蔵管理センターからなり、核燃料再処理施設の主要部は建設中であるが、他の3施設と再処理施設の一部は操業を開始している。核燃料再処理施設は

放射性物質の排出を極力少なくする方向で設計が行われ、さらに、環境中に排出される放射性核種にかかわる線量評価の際には各被ばく経路の最大値を足し合わせる等の保守的な仮定が用いられた¹⁾。線量評価には各種のパラメータが使用されるが、それらの中で社会情勢や習慣の変化により、当初の想定とは異なる値を持つ場合がある。例えば、食品別の摂取量は内部被ばくを評価する際の重要なパラメータではあるが、近年、食習慣が大きな変化を見せており、信頼性の高い値を得るためには、定期的な調査が必要である。このため我々は青森県における食品摂取量調査を実施し、その結果を発表してきた²⁻⁵⁾。

ここでは、畜産物を経由した放射性核種による被ばく

^{*1} (財)環境科学技術研究所環境動態研究部; 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字家ノ前 1-7 (〒039-3212)
Department of Radioecology, Institute for Environmental Sciences; 1-7, Ienomae, Obuchi, Rokkasho-mura, Kamikita-gun, Aomori 039-3212, Japan.

線量評価に重要なパラメータである家畜の飼料の種類と量についての調査を行い、核燃料再処理施設指定申請書¹⁾に用いられている値との比較を試みた。青森県における畜産は、県の東側に当たる南部地方で盛んであり、六ヶ所村を含む上北地域は、その中核をなしている⁶⁾。調査は六ヶ所村とその周辺市町村の畜産農家・業者を対象として、質問紙法と聞き取り法によって行った。本論文はその調査結果をまとめたものである。

II 方 法

調査対象家畜は、乳牛、肉牛、豚、食用鶏、採卵鶏と

Glossary

Beef cattle	肉用牛
Broilers	ブロイラー
Commercial hay	市販干草
Concentrate	濃厚飼料
Grain, legume, tuber	穀類, 豆類, 芋類
Grass	牧草
Grazing period	放牧時
Green fodder	青刈り飼料作物
Green maize	青刈りトウモロコシ
Haulm	わら
Hay	干草
Hogs	豚
Homegrown hay	自家製干草
Housing period	舎飼時
Interlactation period	乾乳期
Layers	採卵鶏
Milking cattle	乳牛
Milking period	泌乳期
Mill offal	ヌカ類
Rearing period	育成期
Residuary substances	製造粕類
Silage	サイレージ
Vegetable oil cake	植物性油粕類

したが、配合飼料だけを与えていると考えられた豚、食用鶏、採卵鶏に関しては飼育農家・業者に対する聞き取り調査とし、現地で生産される飼料も用いていると考えられた乳牛、肉牛については農家に対して質問紙調査を行った。調査対象農家・業者の選択に当たっては、六ヶ所村及びその周辺市町村から飼養戸数・頭羽数を参考として **Table 1** に上げた市町村から選ぶこととした。乳牛及び肉牛飼養農家標本の選択の際には農家の飼養頭数を考慮し、一定規模の農家に対象が偏らないように配慮した。すなわち、乳用牛については1戸当たりの飼養頭数が60頭以下(93戸)、61~80頭(65戸)、81頭以上(28戸)の3区分に農家を分け、ここからそれぞれ16, 13, 11戸の農家を選択した。肉用牛については1戸当たりの飼養頭数により100頭以下(154戸)、101~300頭(27戸)、301頭以上(11戸)に区分し、そこから12, 10, 8戸を対象とした。

質問内容は、家畜に与える飼料の量と種類であり、家畜の飼育段階(肉牛等の育成期、肥育期等)や状況(乳牛の乾乳期、泌乳期等)への対応実態も調査した。調査は2000年に行ったが、質問紙調査の際には、あらかじめ農家に調査の趣旨を説明して質問紙への記入を依頼し、回収時に調査員が不足事項を聞き取るようにした。

Table 1 に示すように、全体で90の農家・業者への調査を計画し、53(59%)の有効回答を得ることができた。

III 結 果

まず、豚、食用鶏、採卵鶏についての聞き取り調査の結果、聞き取り対象農家・業者はいずれもインテグレーションによる契約生産を行っていることが判明した。インテグレーションは養鶏に始まった生産法であり、契約者が生産者に対してひなと飼料を提供するとともに技術

Table 1 Number of farms surveyed by questionnaire.

Location	Number of farms*				
	Milking cattle	Beef cattle	Hogs	Broilers	Layers
Mutsu City	8/10	—	—	—	—
Towada City	5/5	2/5	3/5	—	—
Tohoku Town	9/10	8/10	—	—	—
Rokkasho Village	4/10	6/10	—	—	—
Yokohama Town	4/5	0/5	0/3	—	—
Misawa City	—	—	0/4	2/3	1/2
Rokunohe Town	—	—	1/3	—	—
Sub-total	30/40	16/30	4/15	2/3	1/2
Total			53/90		

*Valid replies/Number of farms.

Table 2 Weight of feed given to milking cattle in and around Rokkasho Village*.

Feed category		Milking period			Interlactation period			Rearing period		
		N	Mean±SD	Range	N	Mean±SD	Range	N	Mean±SD	Range
Fresh grass	Fresh grass	2	1.1±0.1	1.0-1.2	—	—	—	—	—	—
	Root vegetables	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Vegetables	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Others	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Silage	Grass	11	7.7±3.8	2.0-15.0	7	6.6±2.2	4.0-10.0	3	6.3±2.9	3.0-10.0
	Green fodder	24	11.8±3.7	6.0-23.3	11	6.5±2.9	2.0-10.0	8	5.4±2.3	3.0-10.0
Hay	Homegrown hay	25	6.5±4.3	2.0-20.0	23	7.2±4.2	2.5-20.0	20	4.8±2.6	2.0-10.0
	Commercial hay	23	2.5±1.1	1.0-6.0	13	1.4±0.6	0.5-2.5	7	1.0±0.5	0.5-2.0
	Haulm	8	1.9±1.1	1.0-4.7	8	2.0±1.3	1.0-5.3	6	1.5±1.1	0.7-4.0
Concentrate	Grain, legume, tuber	30	9.2±3.1	3.8-16.3	26	2.1±1.0	0.7-4.7	23	1.8±0.7	0.8-4.0
	Vegetable oil cake	1	1.5	—	—	—	—	—	—	—
	Mill offal	6	1.1±0.3	1.0-1.8	5	1.5±0.7	0.5-2.5	3	0.8±0.2	0.5-1.0
	Residuary substances	26	3.0±2.4	0.9-11.8	17	1.6±1.4	0.3-6.5	5	1.1±0.5	0.5-1.9
	Others	6	4.1±7.2	0.0-20.0	1	2.0	—	—	—	—
Others		1	0.8	—	—	—	—	—	—	—

*Weight at the time of feeding.

N indicates number of farms using this particular type of feed.

SD indicates standard deviation.

指導を行い、生産者は規格化された飼養方法に従うものである。この手法が他の家畜にも応用されてきている。聞き取り結果によれば、飼料は全て配合飼料であったが、配合飼料の原材料生産地は不明であった。

乳牛と肉牛については、飼養状況に応じた平均的な飼料給与を質問した。まず、飼養状態としては屋内で飼育されている舎飼と放牧がある。本調査では、舎飼時の給餌状況を主に調査した。

乳牛の飼養状況としては、育成期、搾乳期、乾乳期がある。育成期は生後から2歳程度までであり、その後、10カ月の搾乳期とそれに続く2カ月の乾乳期を1サイクルとして、これを5回程度反復する⁷⁾。搾乳期は更に盛期、中期、後期に分けることができ、搾乳量が後になるほど減少する⁸⁾。そこで、搾乳期についてはこれらの期別の回答を要求した。しかしながら、結果に大差はなかったため、搾乳期全体としての給与量をまとめた。また、寒期と暖期に分け、それぞれの質問紙を用意したが、特に変えてはいないとの回答が7割を占めたため、期別の集計は行わなかった。期別に寄せられた回答については平均値を農家の回答として処理した。

舎飼時の結果をTable 2に示したが、ここでは、給与時の形態のままの重量、即ち有姿重量のままの結果を表している。また、これらの値は給与している農家の平均値である。すなわち、30戸の農家のデータをまとめるとして、10戸が同種の飼料を給与していた場合、その飼料の平均給与量を算出する際に、データ数としては30で

Fig. 1 Weight of feed given to milking cattle in and around Rokkasho Village.

*Weight at the time of feeding.

はなく、10を用いている。Fig. 1に結果を図示したが、搾乳期には濃厚飼料やサイレージの給与量を増して泌乳のために必要な栄養の補給に対応していることがわかる。また、生の牧草は育成期に与えられるだけであり、牧草はサイレージや干草として給餌されている。

肉用牛は、繁殖牛と肥育牛に分類される。繁殖牛は名のとおり、繁殖用に用いられ、肥育牛が肉用として出荷される。繁殖牛は7～10頭の子牛を出産し、10～12歳ま

Table 3 Weight of feed given to breeding beef cattle in and around Rokkasho Village*.

Feed category		Housing period			Grazing period**		
		N	Mean±SD	Range	N	Mean±SD	Range
Fresh grass	Fresh grass	—	—	—	2	13.8-1.3	12.5-15.0
	Root vegetables	—	—	—	—	—	—
	Vegetables	—	—	—	—	—	—
	Others	—	—	—	—	—	—
Silage	Grass	—	—	—	—	—	—
	Green fodder	4	9.5±2.9	5.0-13.0	—	—	—
Hay	Homegrown hay	7	5.0±3.5	1.0-10.0	—	—	—
	Commercial hay	1	0.5	—	—	—	—
	Haulm	4	2.8±1.1	1.0-4.0	—	—	—
Concentrate	Grain, legume, tuber	6	1.6±0.6	0.5-2.3	1	1.5	—
	Vegetable oil cake	—	—	—	—	—	—
	Mill offal	2	2.5±1.5	1.0-4.0	—	—	—
	Residuary substances	—	—	—	—	—	—
	Others	1	4.0	—	—	—	—
Others		—	—	—	—	—	—

*Weight at the time of feeding.

**Feed in house.

N indicates number of farms using this particular type of feed.

SD indicates standard deviation.

Table 4 Weight of feed given to beef cattle during rearing period in and around Rokkasho Village*.

Feed category		10-15 months old			16-23 months old			24-30 months old		
		N	Mean±SD	Range	N	Mean±SD	Range	N	Mean±SD	Range
Fresh grass	Fresh grass	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Root vegetables	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Vegetables	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Others	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Silage	Grass	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Green fodder	1	7.0	—	—	—	—	—	—	—
Hay	Homegrown hay	7	1.7±3.0	1.0-3.0	2	1.9±0.9	1.0-2.9	—	—	—
	Commercial hay	1	0.5	—	—	—	—	1	1.0	—
	Haulm	7	2.0±4.0	0.5-4.0	12	1.7±1.1	0.5-4.5	11	1.7±1.1	0.5-4.5
Concentrate	Grain, legume, tuber	14	6.4±10.0	2.0-10.0	13	9.3±1.7	7.0-12.5	12	8.7±1.1	7.0-10.5
	Vegetable oil cake	1	1.0	—	1	1.0	1.0	1	1.0	—
	Mill offal	1	1.0	—	—	—	—	—	—	—
	Residuary substances	1	1.8	—	—	—	—	—	—	—
	Others	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Others		1	2.5	—	—	—	—	—	—	—

*Weight at the time of feeding.

N indicates number of farms using this particular type of feed.

SD indicates standard deviation.

で用いられる⁸⁾。肥育牛に関しては、10月齢の子牛（素牛）を農家が買取り、ほぼ30月齢まで肥育されるが、放牧されることはない。20カ月の肥育期間は前・中・後期の3期に分けて管理され、それぞれの月齢は、10～15、16～23、24～30月齢である⁹⁾。繁殖牛及び素牛は放牧される場合がある。今回の有効回答農家の内、繁殖専門農家は1戸であり、繁殖・育成兼業農家は7戸、育成専業

農家は7戸であった。

繁殖牛の給餌状況を**Table 3**に、育成牛については、**Table 4**に示した。また、育成牛の結果を肥育期間別には**Fig. 2**に示したが、これに見られるように、肥育前期にはサイレージ等の粗飼料が給与されているが、中後期には濃厚飼料が中心となる。

これらの有姿重量での飼料給与量から水分率⁷⁾を補正

Fig. 2 Weight of feed given to beef cattle in and around Rokkasho Village.

*Weight at the time of feeding.

して乾物摂取量を求め、日本飼養標準^{9,10)}との比較を行った。その結果、今回の結果についての標準偏差内 (1σ) に飼養標準値があり、結果が妥当であることを示した。

IV 考 察

ここでは、六ヶ所村に建設中の核燃料再処理施設指定申請書に用いられている値との比較を試みた。指定申請書では飼料の生重量で家畜の摂取量を与えられており、飼料としては牧草と青刈りトウモロコシだけが想定されている。今回の調査結果からは牧草と青刈りトウモロコシに加えてワラ類を給与していることが明らかとなった。また、全ての結果は有姿重量での給与量であるため、換算が必要である。

まず、有姿重量から生重量への換算は水分率⁹⁾を用い

て行った。また、飼養に当たっては、家畜の食べ残しを考慮して、実際の摂取量以上に給与が行われる。このため、給与量を食べ残す率として、青森県畜産指導要領¹¹⁾を参考として、牧草サイレージと牧乾草には10%、青刈り作物・青刈りトウモロコシサイレージ・ワラ類には15%を仮定した。また、乳用牛については搾乳期のデータを用い、肉用牛の場合は肥育期の平均値とした。牧草摂取量計算の際には、市販牧草を輸入品と見なし、計算には含めなかった。結果をTable 5に保守的パラメータとして示した。ここで、保守的としているのは、前述のように、ある種類の飼料を給与していると回答した農家数をデータ数とした平均値を取っているためである。その結果、地域の平均的な値が必要となるような場合には過大評価となる。そこで、平均値を求める際のデータ数として、給与している農家数ではなく、回答を寄せた全農家数を用いた値を現実的パラメータとしてTable 5に示した。前項に示した例で言えば、30戸の農家から寄せられた回答を元にしてしている場合、給与していると回答した10戸の合計給与量を全回答農家数である30で割った平均値である。

Table 5には指定申請書に用いられている値も記した。これらに見られるように、指定申請書の摂取量はいずれも、地域の平均値と見なせる現実的パラメータを上回っており安全側の値である。なお、指定申請書では肉用牛にも乳用牛と同じパラメータを用いている。これは、乳用牛の一部が廃用牛として食肉用に加工されるためであるが、青森農林水産統計年報¹²⁾によれば、平成11年度の肉用に供する牛の出荷頭数に占める乳用雌牛の比率は16%である。乳用牛といえども、肉用として出荷する際には、飼料を肉用牛と同等に変更することも考えられるが、今回の調査ではこの点については含めておらず、今後の検討課題である。なお、今回の結果ではワラ類が

Table 5 Summary of intake of feed which can be considered to have local origin.

Cattle	Feed	Intake (kg d ⁻¹)		
		Realistic*	Conservative**	Assessment†
Milking cattle	Homegrown hay	22.5	32.4	25
	Green maize	8.3	10.2	14
	Haulm	1.7	6.4	—
Rearing beef cattle	Homegrown hay	2.8	6.4	25
	Green maize	0.3	6.1	14
	Haulm	4.7	5.7	—

*Mean value using number of subject who reported valid answer as number of data.

**Mean using number of subject who reported to feed item as number of data.

†Data used in the environmental assessment of the reprocessing plant which is now under construction in Rokkasho.

飼料として用いられており、この寄与を含めて被ばく評価を行う必要があると考えられた。その場合、ワラ類の生産地が問題であり、これも今後の検討課題である。また、放牧を行う成長段階に関する調査や農家の割合を求めることも必要であろう。

本調査を進めるに当たり、日本エヌ・ユー・エス株式会社石原昭治氏、岡田真一氏、松本正喜氏にはアンケート調査および集計等多々協力頂いた。ここに厚く謝意を表します。

なお本調査は青森県からの受託調査事業として実施したものであり、青森県と文部科学省のご支援に感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) 日本原燃株式会社；“六ヶ所事業所再処理施設指定申請書平成9年7月一部補正”，(1997)，日本原燃株式会社，青森。
- 2) 五代儀貴，大桃洋一郎；青森県における食品消費の実態Ⅰ，保健物理，**30**，337-344 (1995)。
- 3) 五代儀貴，中村裕二，大桃洋一郎；青森県における食品消費の実態Ⅱ，保健物理，**31**，451-461 (1996)。
- 4) 五代儀貴，中村裕二；青森県における食品消費の実態Ⅲ，保健物理，**37**，143-152 (2002)。
- 5) 五代儀貴，中村裕二；青森県における食品消費の実

態Ⅳ，保健物理（投稿中）。

- 6) 青森県畜産課；“青森県の畜産”，(2000)，青森県畜産課，青森。
- 7) 農山村文化協会；“畜産全書，乳牛”，(1983)，農山村文化協会，東京。
- 8) 農山村文化協会；“畜産全書，肉牛”，(1983)，農山村文化協会，東京。
- 9) 農林水産省農林水産技術会議；“日本飼養標準，乳牛”，(1999)，中央畜産会，東京。
- 10) 農林水産省農林水産技術会議；“日本飼養標準，肉用牛”，(2000)，中央畜産会，東京。
- 11) 青森県畜産課；“畜産指導要領”，(1984)，青森県畜産課，青森。
- 12) 農林水産省東北農政局青森統計情報事務所；“青森農林水産統計年報”，(2000)，青森農林統計協会，青森。

五代儀 貴（いよぎ たかし）

平成3年10月より（財）環境科学技術研究所に勤務。青森県における環境 γ 線やRn等，放射線（能）の分布に関する調査，並びに食品摂取量や産物の生産・流通に関するパラメータ等，安全評価で用いるパラメータの安全裕度に関する調査を実施している。

E-mail: iyogi@ies.or.jp