

家畜の骨中⁹⁰Sr濃度の調査(1987-1996)

近山 之雄¹⁾, 八木 行雄¹⁾, 塩野 浩紀¹⁾, 渡部 淳¹⁾, 宮本 亨²⁾

(平成11年2月8日 受付)

Investigation on the Level of ⁹⁰Sr in Domestic Animal Bones in Japan during 1987 to 1996

Yukio CHIKAYAMA^{1)*}, Yukio YAGI¹⁾, Hiroki SHIONO¹⁾, Atsushi WATANABE¹⁾ & Toru MIYAMOTO²⁾

1957年以来、馬と牛の骨中ストロンチウム-90 (⁹⁰Sr) について分析調査を行っている。今回は1987～1996年までの10年間の成績について報告する。

骨中⁹⁰Sr濃度は年毎の変動はあるものの、1987年以降はわずかながら緩やかに減少し続け、1995年には牛で、1996年には馬で分析開始以来最も低い値を示した。近年では、馬と牛における濃度差は縮小傾向にあり放射性降下物による汚染は低下しているものと考えられる。同一地域(市町村)での馬骨と牛骨との間の⁹⁰Sr濃度に有意な正の相関がみられた。また、年齢と⁹⁰Sr濃度との間にも高い正の相関が認められた。

緒言

動植物界において核実験由来の放射性降下物は放射能汚染の根源となるものであるが、家畜飼養環境下における放射能汚染を家畜(馬, 牛)の骨中⁹⁰Sr濃度測定により1957年以来、継続して調査を行っている。馬や牛等の草食家畜はフォールアウトにより汚染された牧草等の飼料を直接、経口摂取するため、その骨中⁹⁰Sr濃度を測定することは放射性物質による環境汚染の状況を知るための良いマーカーとなる。放射性降下物中の⁹⁰Srは、28.8年の物理的半減期を有するとともにストロンチウム(Sr)自体の骨組織への親和性と難代謝性のため、汚染・残留は長期にわたる⁴⁾。1986年までの調査結果は、すでに岩田⁴⁾、宮尾ら⁵⁾が報告しているので、その後の1987～1996年度分の調査結果を報告する。

材料と方法

調査材料は、北海道内の食肉衛生検査所で毎年5月～10月までの期間に処理された道内各地の馬と牛の中手骨を用いた。なお、採取地(Table 1)は馬で21市町村、牛骨で56市町村ほか、採取地不明の検体が馬で4検体、牛で3検体であった。採取にあたっては、毎年度一定の食肉衛生検査所から採取し、出来る限り採取地域と家畜の年齢に偏りがないように配慮した。また、統計的により信頼性の高いものにするため、1990年度からは馬と牛の例数を今までの約2倍に増やし、10年間に馬骨257例、牛骨225例を分析した。

材料は900℃で5～6時間乾式灰化後、粉碎し、10gを測定に供した。測定は、ジ-(2-エチルヘキシル)リン酸を用いるイットリウム-90 (⁹⁰Y) 溶媒抽出法³⁾により分離した⁹⁰Yを、低バックグランドガスフローカウンターでカウントし、計算によって親核種である⁹⁰Srの濃度を求めた。測定は同一試料につき2回以上実施し、その平均値と標準偏差を求めた。

結果

1987年からの馬と牛の骨中⁹⁰Sr濃度の測定結果をTable 2, 3に示した。また1957年度からの年次毎の推移

1) 農林水産省家畜衛生試験場北海道支場
〒062-0045 札幌市豊平区羊ヶ丘4

2) 農林水産省家畜衛生試験場総合診断研究部

* Corresponding author. Mailing address: Hokkaido Research Station, National Institute of Animal Health, Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-0045 Japan. Tel:+81-11-851-5226. Fax:+81-11-853-0767. E-mail: yukioc@affrc.go.jp

Table 1 Sampling areas of the domestic animal bone used in the analysis during 1987 to 1996.

Sampling areas		Horse n	Cattle n	Sampling areas		Horse n	Cattle n
1.	Abashiri district		2	31.	Makkari		5
2.	Ishikari district		2	32.	Yoichi		1
3.			5	33.	Rankoshi		11
4.		8		34.	Rusutsu		4
5.			8	35.	Souya district		5
6.			4	36.	Sorachi district		1
7.			3	37.	Urausu		9
8.		4	8	38.	Kita		1
9.			2	39.	Kuriyama		1
10.	Iburi district	3	1	40.	Tsukigata		1
11.			2	41.	Nanae		1
12.		1	1	42.	Naganuma	3	4
13.		10	4	43.	Fukagawa		19
14.		2	1	44.	Hokuryuu		5
15.		6	3	45.	Moseushi		5
16.		3	2	46.	Yuni	1	4
17.		1	4	47.	Tokachi district		3
18.		28	13	48.	Shintoku	2	
19.		11		49.	Nemuro district		13
20.		28	1	50.	Betsukai		3
21.	Oshima district		1	51.	Hidaka district		3
22.	Kamikawa district		4	52.	Shizunai	18	1
23.			2	53.	Niikappu	21	5
24.	Kushiro district		7	54.	Biratori	11	4
25.	Shiribeshi district		1	55.	Mitsuishi	8	
26.			2	56.	Monbetsu	83	3
27.		1	15	57.	Rumoi district		5
28.			2	58.	Teshio		1
29.			1	59.	Haboro		2
30.			1	60.	unknown	4	3

Table 2 Concentrations of ⁹⁰Sr in horse bones.

Year	n	Age	Mean* ± S.D	Minimum*	Maximum*
1987	11	2 - 27	0.330 ± 0.272	0.052	1.057
1988	13	2 - 10	0.192 ± 0.066	0.125	0.353
1989	17	0 - 8	0.233 ± 0.088	0.105	0.465
1990	34	0 - 17	0.215 ± 0.147	0.075	0.619
1991	28	0 - 16	0.241 ± 0.145	0.079	0.805
1992	32	0 - 20	0.194 ± 0.082	0.075	0.409
1993	32	0 - 14	0.180 ± 0.119	0.072	0.596
1994	30	2 - 8	0.140 ± 0.065	0.051	0.418
1995	30	0 - 10	0.137 ± 0.065	0.042	0.269
1996	30	0 - 10	0.117 ± 0.063	0.061	0.384

* : Bq / g · Ca

Table 3 Concentrations of ⁹⁰Sr in cattle bones.

Year	n	Age	Mean* ± S.D	Minimum*	Maximum*
1987	10	3 - 8	0.158 ± 0.112	0.067	0.442
1988	14	2 - 12	0.139 ± 0.058	0.048	0.266
1989	20	0 - 19	0.147 ± 0.089	0.018	0.360
1990	28	2 - 13	0.114 ± 0.053	0.035	0.246
1991	26	2 - 9	0.090 ± 0.049	0.019	0.171
1992	32	1 - 9	0.095 ± 0.042	0.014	0.175
1993	19	1 - 9	0.081 ± 0.036	0.020	0.161
1994	26	2 - 9	0.110 ± 0.048	0.007	0.213
1995	20	2 - 8	0.047 ± 0.017	0.019	0.084
1996	30	2 - 9	0.072 ± 0.060	0.012	0.275

* : Bq / g · Ca

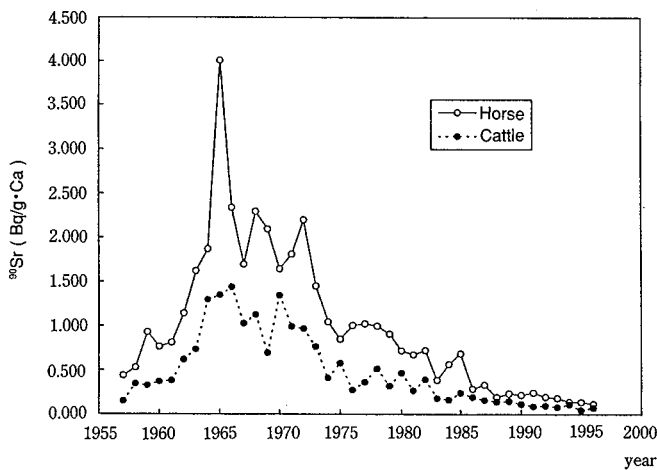


Fig. 1 Annual changes of ⁹⁰Sr level in animal bones.

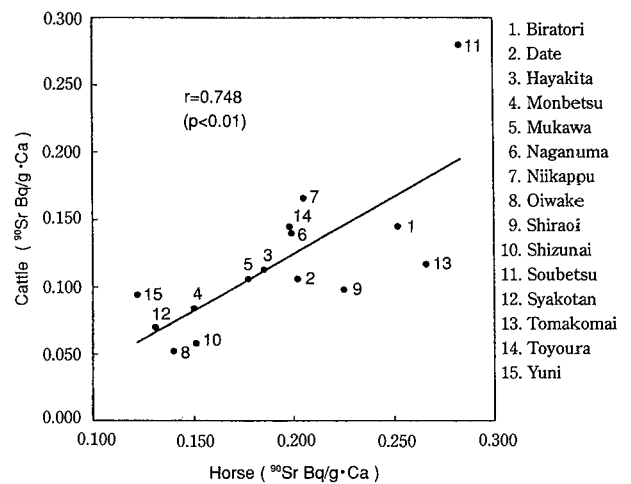


Fig. 2 The correlation of horse and cattle bone ⁹⁰Sr concentrations in the identical sampling areas.

を Fig. 1 に示した。馬では1965年に、牛では1966年にピークがみられ、以後、年次毎に若干の変動を示しながら次第に減少傾向をたどり、1986年には測定開始年度に近い水準となった。それ以降、10年の間は低い値で推移した。測定を開始して以来1995年に牛で、1996年には馬でそれぞれ最低の値を記録した。骨中の⁹⁰Sr濃度は馬が牛よりも高い値を示しているが、近年、馬と牛の濃度差は縮小する傾向にあった。

同一の地域から採取された馬骨と牛骨の⁹⁰Sr濃度の関係について、採取地毎の、馬骨と牛骨の⁹⁰Sr濃度平均と標準偏差を Table 4 に、その相関図を Fig. 2 に示した。両者間には相関係数 $r = 0.748 (P < 0.01)$ と有意な相関がみられた。また、ここ10年間で得られた0歳から12歳までのデータを年齢別に平均値と標準偏差を求め Table 5 に、それぞれの年齢別の相関図を Fig. 3, 4 に示した。

馬では $r = 0.786 (P < 0.01)$ 、牛では $r = 0.895 (P < 0.001)$ と年齢と濃度との間に高い正の相関性を示した。

考 察

骨中の⁹⁰Sr濃度は馬の方が牛よりも高い値を示していた。これは、馬骨の安定Sr濃度が牛骨よりも高い⁶⁾こと、また馬の飼料中の⁹⁰Sr含量が牛の飼料中⁹⁰Sr含量より高いことに由来する⁴⁾。しかし、近年では馬と牛の濃度差は縮小する傾向にあるので、放射性降下物による汚染は低下しているものと考えられた。

1965～1966年にピークを迎えたのは、1961～1962年の米ソ両国による核実験の回数が増加¹⁾したこと、世界的に大気中の汚染が高まりフォールアウトによる⁹⁰Sr降下量が増加した^{2,5)}ことによると思われる。それ以後の濃度の低下は、1963年10月の米ソの部分的核

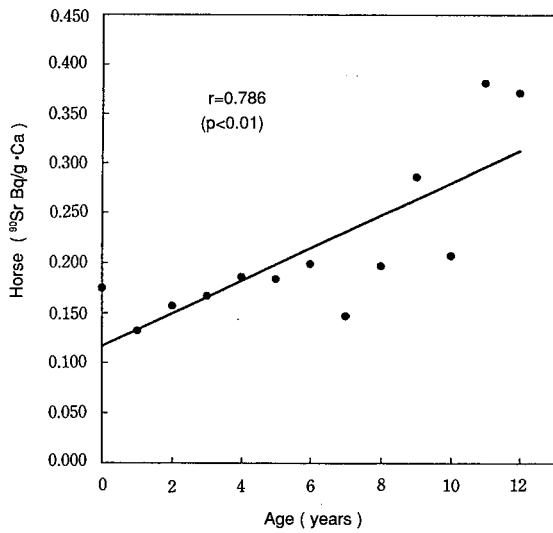


Fig. 3 The correlation between horse bone ^{90}Sr concentrations and ages.

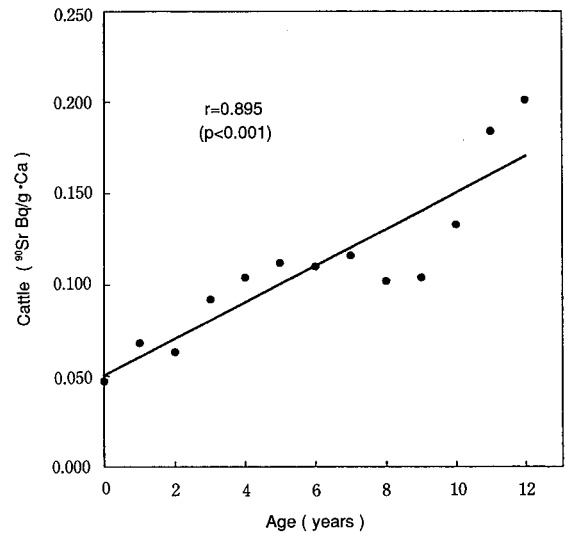


Fig. 4 The correlation between cattle bone ^{90}Sr concentrations and ages.

Table 4 Bone ^{90}Sr concentrations in the identical sampling areas.

Sampling areas	Horse		Cattle	
	n	Mean* \pm S.D	n	Mean* \pm S.D
1. Biratori	11	0.252 \pm 0.136	4	0.145 \pm 0.070
2. Date	6	0.202 \pm 0.108	3	0.106 \pm 0.017
3. Hayakita	28	0.185 \pm 0.194	3	0.113 \pm 0.045
4. Monbetsu	83	0.150 \pm 0.086	3	0.084 \pm 0.033
5. Mukawa	28	0.177 \pm 0.117	1	0.106
6. Naganuma	3	0.199 \pm 0.027	4	0.140 \pm 0.058
7. Niiokappu	21	0.205 \pm 0.117	5	0.166 \pm 0.088
8. Oiwake	1	0.140	1	0.052
9. Shiraoi	10	0.225 \pm 0.091	4	0.098 \pm 0.047
10. Shizunai	18	0.151 \pm 0.066	1	0.058
11. Soubetsu	2	0.283 \pm 0.027	1	0.280
12. Syakotan	1	0.131	14	0.070 \pm 0.039
13. Tomakomai	3	0.266 \pm 0.070	2	0.117 \pm 0.067
14. Toyoura	1	0.198	4	0.145 \pm 0.072
15. Yuni	1	0.122	4	0.094 \pm 0.022

* : Bq / g · Ca

実験禁止条約の調印を受け、米ソ両国の核実験は地下実験に移行したこと、また大気圏内の実験はその他2,3の国に限定され、1963年8月6日～1985年12月31日現在ではその回数も調印後は調印前の403回から63回に著明に減少した¹⁾結果を反映したものと考えられる。今後も再度の顕著な汚染がない限り、ここ10年間同様に、このまま低値で推移するものと思われる。

1986年4月にはソ連原子炉事故が発生し、これによる影響が懸念されたが、10年経ついても未だ変化は認められていないので、降下物による汚染は少なかったものと思われる。

同一地域(市町村)の馬と牛の骨間の ^{90}Sr 濃度には、高い相関性がみられ、地域単位での汚染状況は馬骨、牛骨どちらか一方のデータからでも推察できるものと考えられた。これにより、片方の家畜しか飼育されていない地域の汚染状況も追跡出来るものと思われた。

岩田ら⁴⁾の報告では高濃度を示したものは高い年齢の家畜に、特に高齢馬に多かったものの、年齢と骨中 ^{90}Sr 濃度との間に有意な相関は認められなかったとしている。これは、各年齢の分析数が十分ではなかったためと考えられる。1990年から例数を増やし、各年齢の分析例数を確保することができた結果、家畜の年齢と骨中 ^{90}Sr

Table 5 Bone ⁹⁰Sr concentrations and ages.

Age	Horse		Cattle	
	n	Mean* ± S.D	n	Mean* ± S.D
0	39	0.175 ± 0.103	1	0.047
1	4	0.132 ± 0.012	4	0.068 ± 0.035
2	80	0.157 ± 0.087	45	0.063 ± 0.051
3	30	0.167 ± 0.079	41	0.092 ± 0.079
4	18	0.186 ± 0.123	14	0.104 ± 0.063
5	18	0.184 ± 0.118	16	0.112 ± 0.049
6	7	0.199 ± 0.136	39	0.110 ± 0.063
7	13	0.147 ± 0.054	18	0.116 ± 0.042
8	15	0.197 ± 0.139	25	0.102 ± 0.055
9	3	0.286 ± 0.040	14	0.104 ± 0.034
10	13	0.207 ± 0.186	2	0.133 ± 0.057
11	3	0.381 ± 0.059	1	0.184
12	6	0.371 ± 0.310	2	0.201 ± 0.065

*: Bq / g · Ca

濃度との関係において、馬(0歳~12歳)で $r = 0.786$ 、牛(0歳~12歳)では $r = 0.895$ と高い正の相関が得られた。これは、加齢するにしたがって骨中に⁹⁰Srの蓄積量が増えるためであると思われた。

昨今、環境汚染や自然破壊に対する国民の意識が高まりつつあるなか、今回のような放射性物質による汚染のモニターリングは、その動態を明らかにする上で重要である。したがって今後も本調査を継続し長期間モニターする必要がある。

謝 辞

分析試料の採取にあたり、多年にわたりご協力いただいた食肉衛生検査所の関係各位、および本報告に関してご指導をいただいた、林光昭獣医学博士に感謝の意を表します。

引用文献

- 1) 朝日新聞, 昭和62年2月27日朝刊(1987)。
- 2) Bartlett, B. O., Russell, R. S. & Jenkins, N.: Improved Relationship between the Deposition of Strontium - 90 and the Contamination of Milk in the United Kingdom. *Nature*, 238, 46-48 (1972).
- 3) Ijuin, M., Nakamura, R. and Tanaka, G.: Rapid determination of ⁹⁰Sr in biological materials via solvent extraction of ⁹⁰Y. *Radioisotopes*, 18, 42-44 (1969).
- 4) 岩田神之介, 林光昭, 佐伯隆清, 宮尾 陟: 家畜の骨中⁹⁰Sr濃度の調査, 農林水産省家畜衛生試験場研究報告, 第92号, 21 - 27 (昭和63年8月)。
- 5) 三宅泰雄, 葛城幸雄: 日本における⁹⁰Sr, ¹³⁷Csの分布, 第10回放射能調査研究成果発表会論文抄録集(科学技術庁), p.10(1968)。
- 6) Miyao, N., Hayashi, M., & Yonemura, T.: Strontium-90 in the Bone of Domestic Animals in Japan of 1957-1962. *National Institute of Animal Health Quarterly*, 3, 93-100 (1963).

Summary

Investigation on the Level of ^{90}Sr in Domestic Animal Bones in Japan during 1987 to 1996

Yukio CHIKAYAMA¹⁾, Yukio YAGI¹⁾, Hiroki SHIONO¹⁾, Atsushi WATANABE¹⁾ & Toru MIYAMOTO²⁾

¹⁾ Hokkaido Research Station, National Institute of Animal Health, Hitsujigaoka, Toyohira, Sapporo, Hokkaido, 062-0045 Japan

²⁾ National Institute of Animal Health, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki, 305-0856 Japan

Bone strontium-90 (^{90}Sr) concentrations in horse and cattle have been analyzed annually since 1957, as a part of indicator of radioisotope pollution in Japan. This time we report here results from 1987 to 1996. Bone ^{90}Sr concentration has gradually decreased from 1987, and shows the minimum levels in 1995 (cattle) and 1996 (horse). Difference from ^{90}Sr concentrations between horse bone and cattle bone has been reducing recently. These results indicate the influence of radioisotope pollution by past nuclear tests has been reduced further.

Statistical positive correlation of bone ^{90}Sr concentrations was observed between horses and cattle which were bred at the same town. And positive correlation was also observed between age and ^{90}Sr concentration.