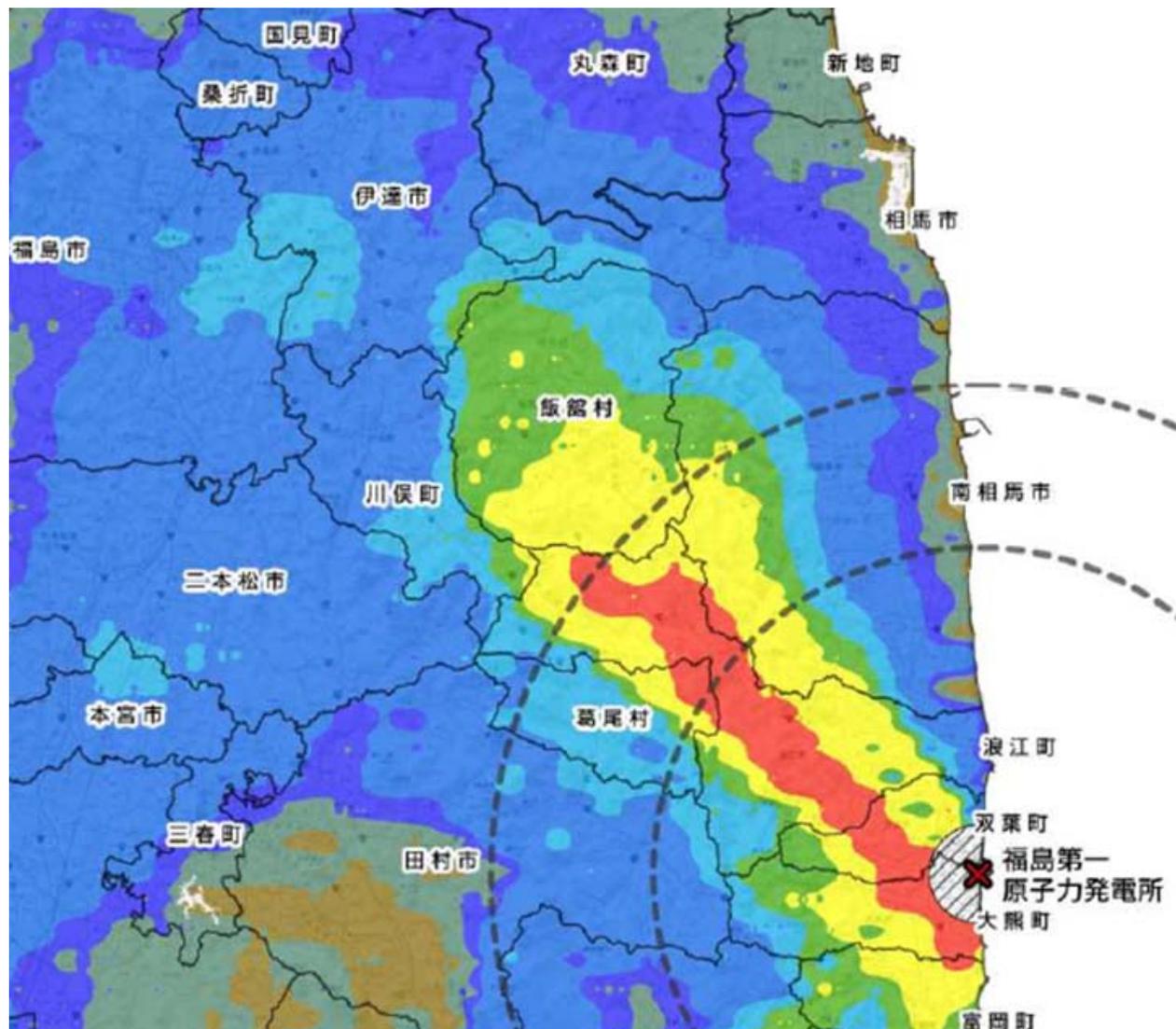


放射線被曝がヤマメ血液性状に 与える影響

原将樹(東北大院農)・川田暁・榎本昌宏*・富谷 敦・
渡邊昌人・森下大悟・泉茂彦(福島内水試)・
○中嶋正道(東北大院農)

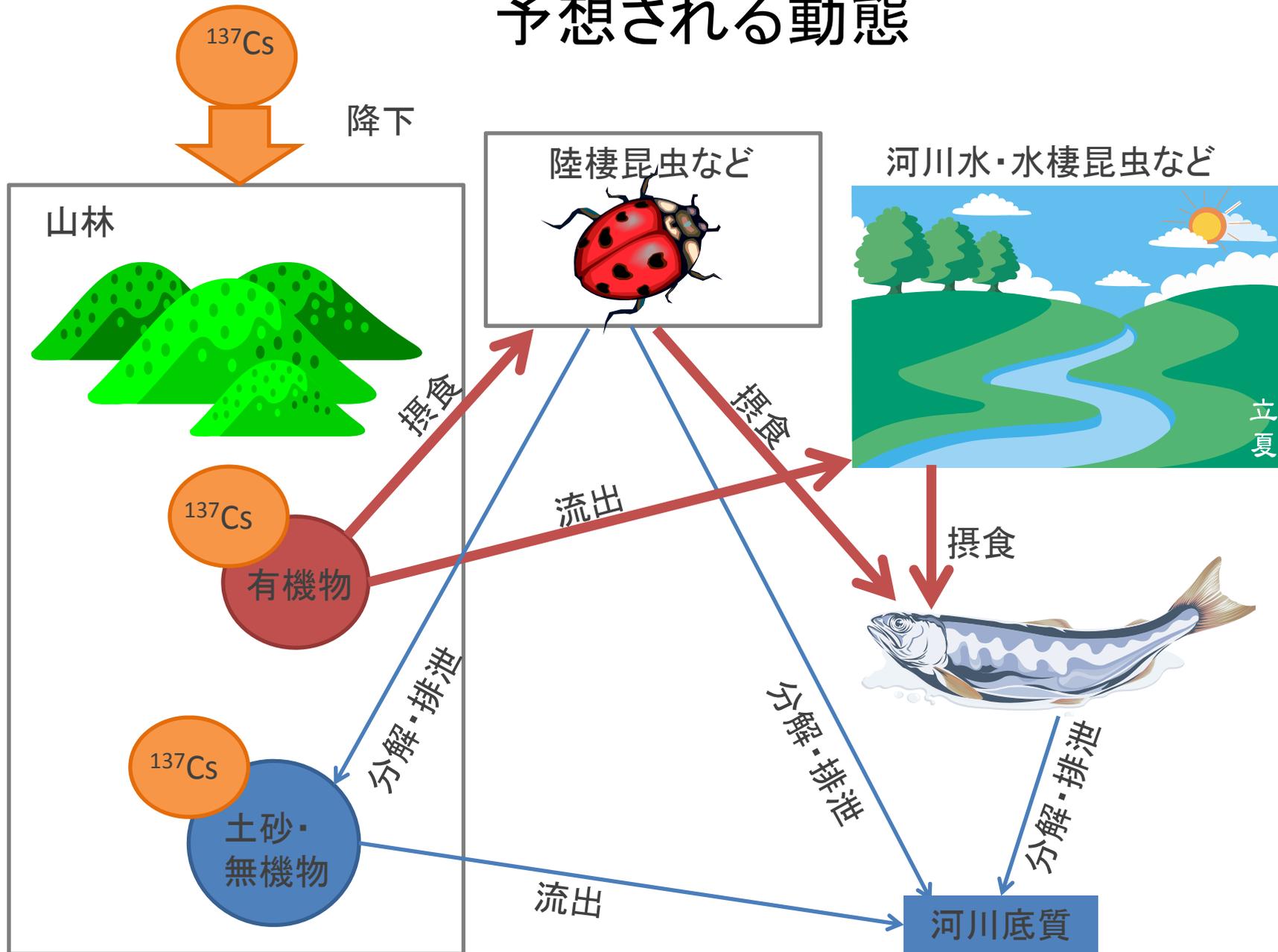
*:現福島水試

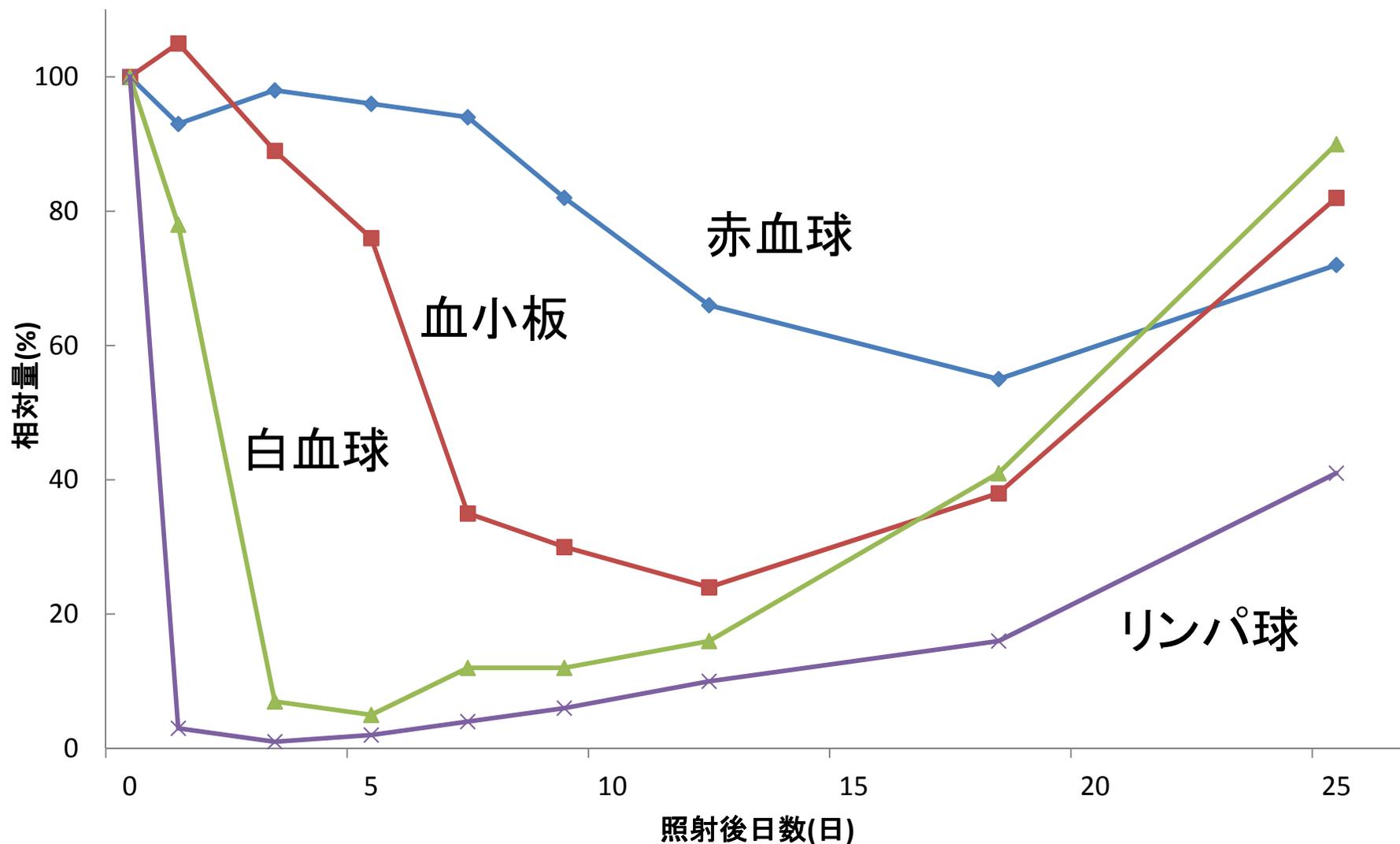


土壤濃度マップ

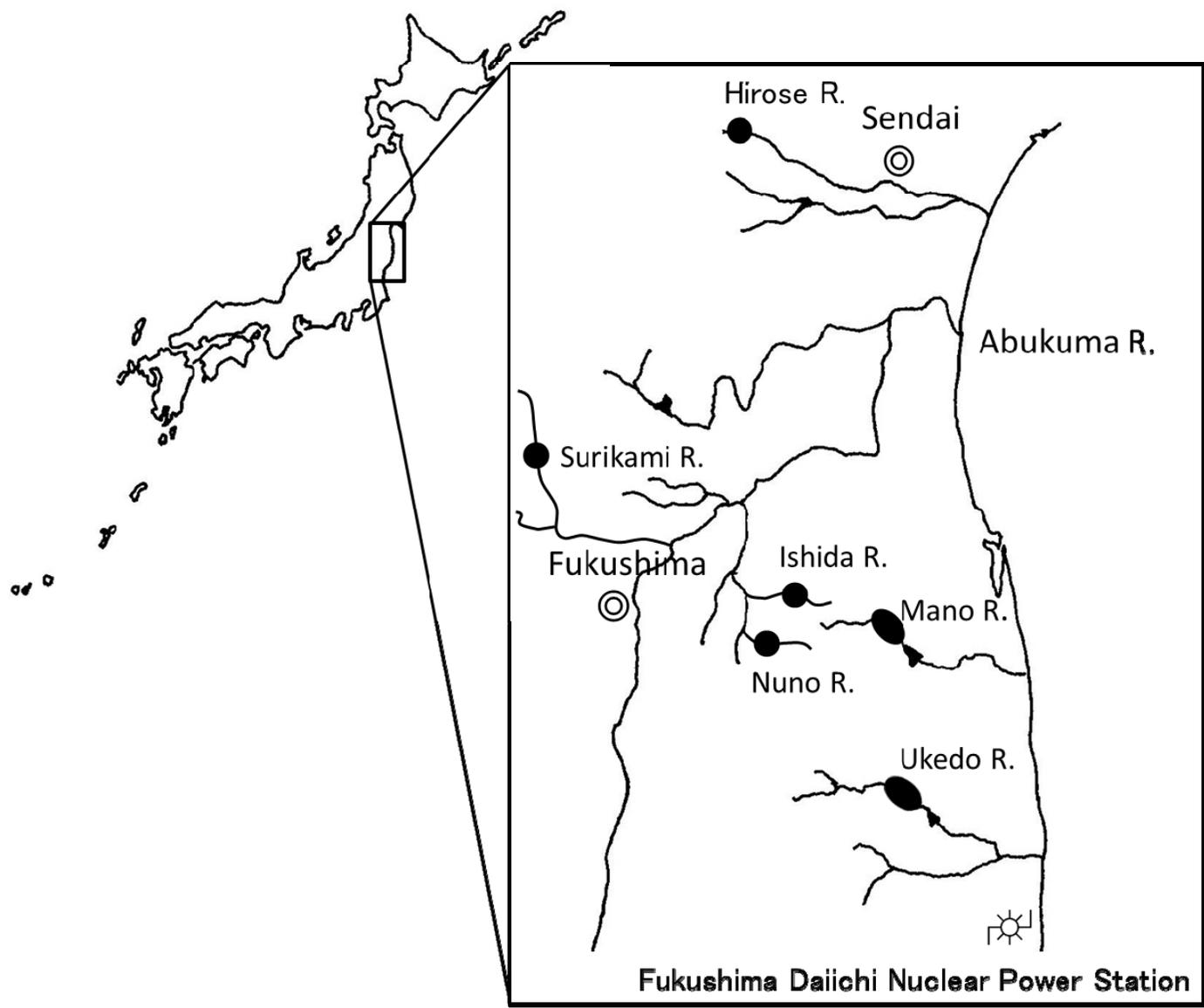
福島第一原子力発電所から80km圏内の地表面へのセシウム134、
137の沈着量の合計
(第6次航空機モニタリング平成24年11月16日時点)

阿武隈山地へ降下した放射性セシウムの 予想される動態





外部被曝によるラットの各血球数の
経日変化(Casarett 1968)



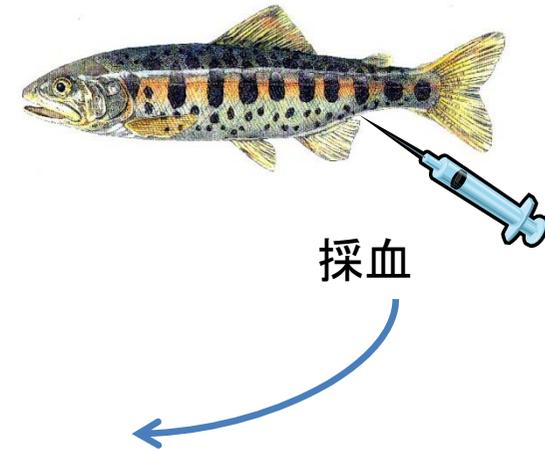
サンプル採集河川と採集地点

測定項目

血液

- 赤血球数(RBC) ($\times 10^4/\mu\text{l}$)
- ヘモグロビン量(HGB) (g/dl)
- ヘマトクリット値(HCT) (%)
- 平均赤血球容積(MCV) (fl)
- 平均赤血球ヘモグロビン量(MCH) (pg)
- 平均赤血球ヘモグロビン濃度(MCHC) (g/dl)
- 血小板数(PLT) ($\times 10^4/\mu\text{l}$)

以上7形質を自動血球計数装置で計測

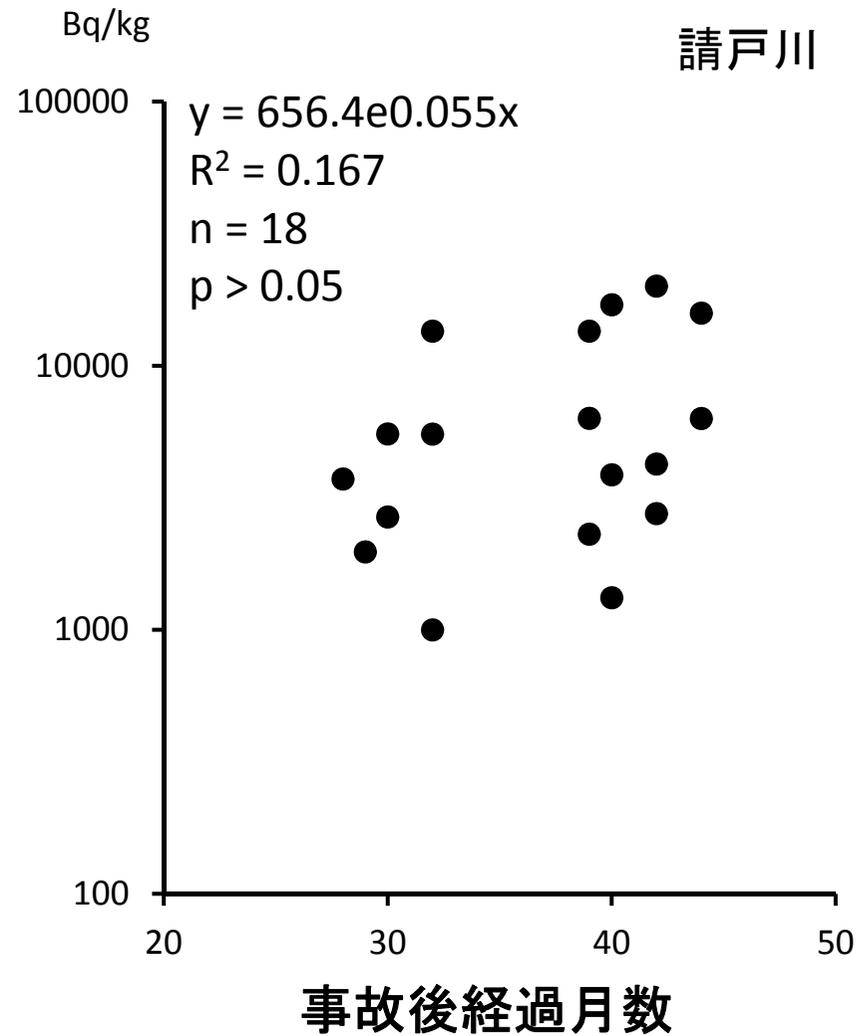
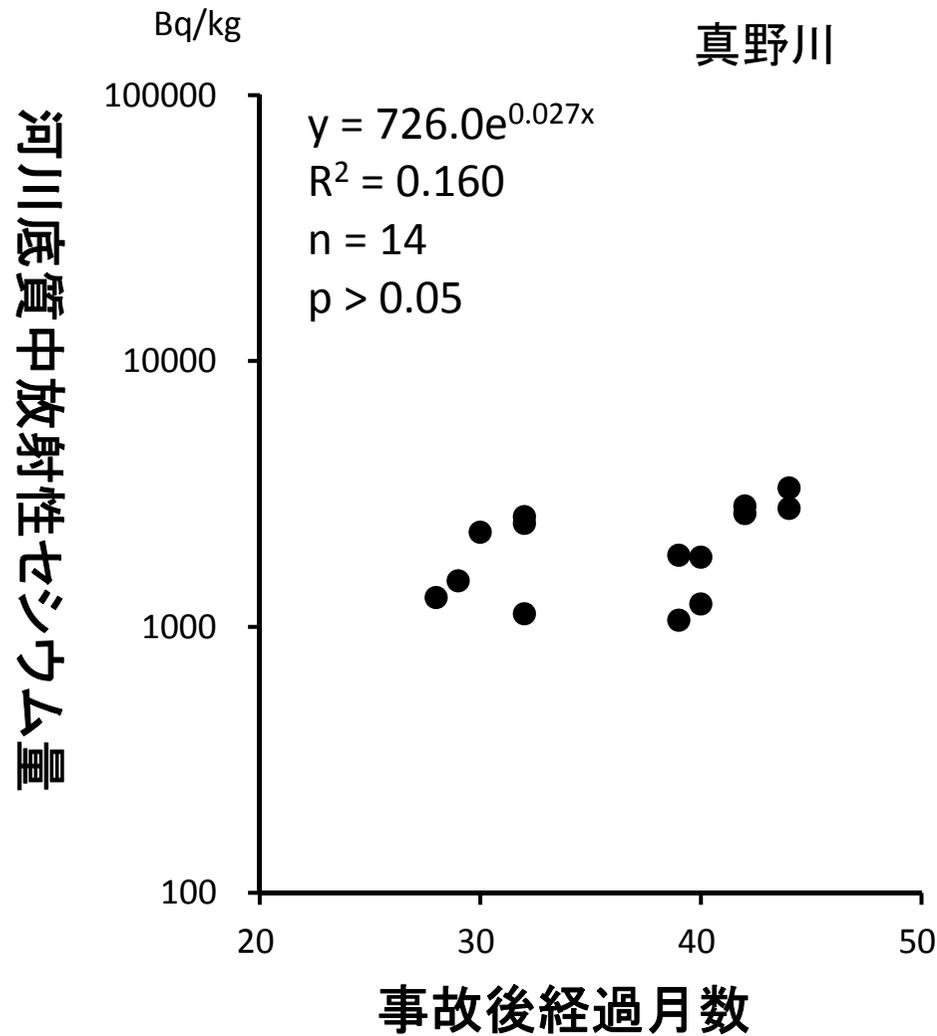


放射線量の測定

内臓を取り除いた頭部、骨を含む筋肉部分をホモジナイズし、ゲルマニウム半導体検出器で ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{40}K を測定した。

分析に用いたサンプル

採集年	採集月	事故後経過月数	広瀬川	阿武隈川	真野川	請戸川
2012	Dec.	21		23		
2013	May	26		6		
	Jun.	27		9	3	6
	Jul.	28		8	9	8
	Aug.	29	2		1	6
	Sep.	30		10		
	Nov.	32		9	6	
	Dec.	33		11		
2014	Mar.	36		10		
	Apr.	37		12		
	Jun.	39			15	19
	Jul.	40		14	11	14
	Sep.	42				3
	Oct.	43		9		



河川底質中の放射性セシウムの経時変化

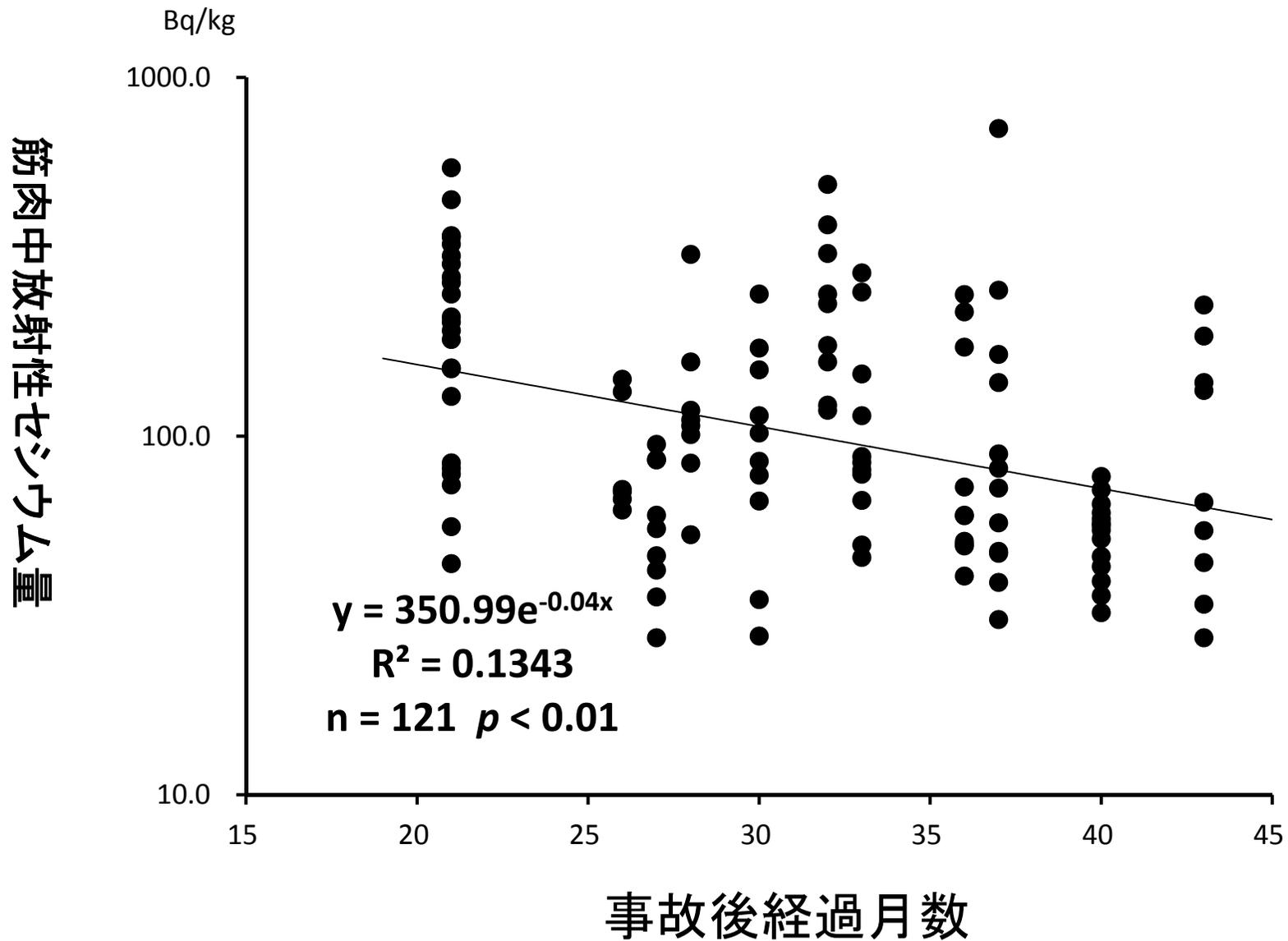
重回帰分析

- 目的変数：筋肉中¹³⁷Cs濃度
- 説明変数：事故後経過月数、標準体長、体重、
年齢、季節、河川

筋肉中¹³⁷Cs濃度 = a・事故後経過月数 + b・標準体長 + c・体重 + …… + 定数

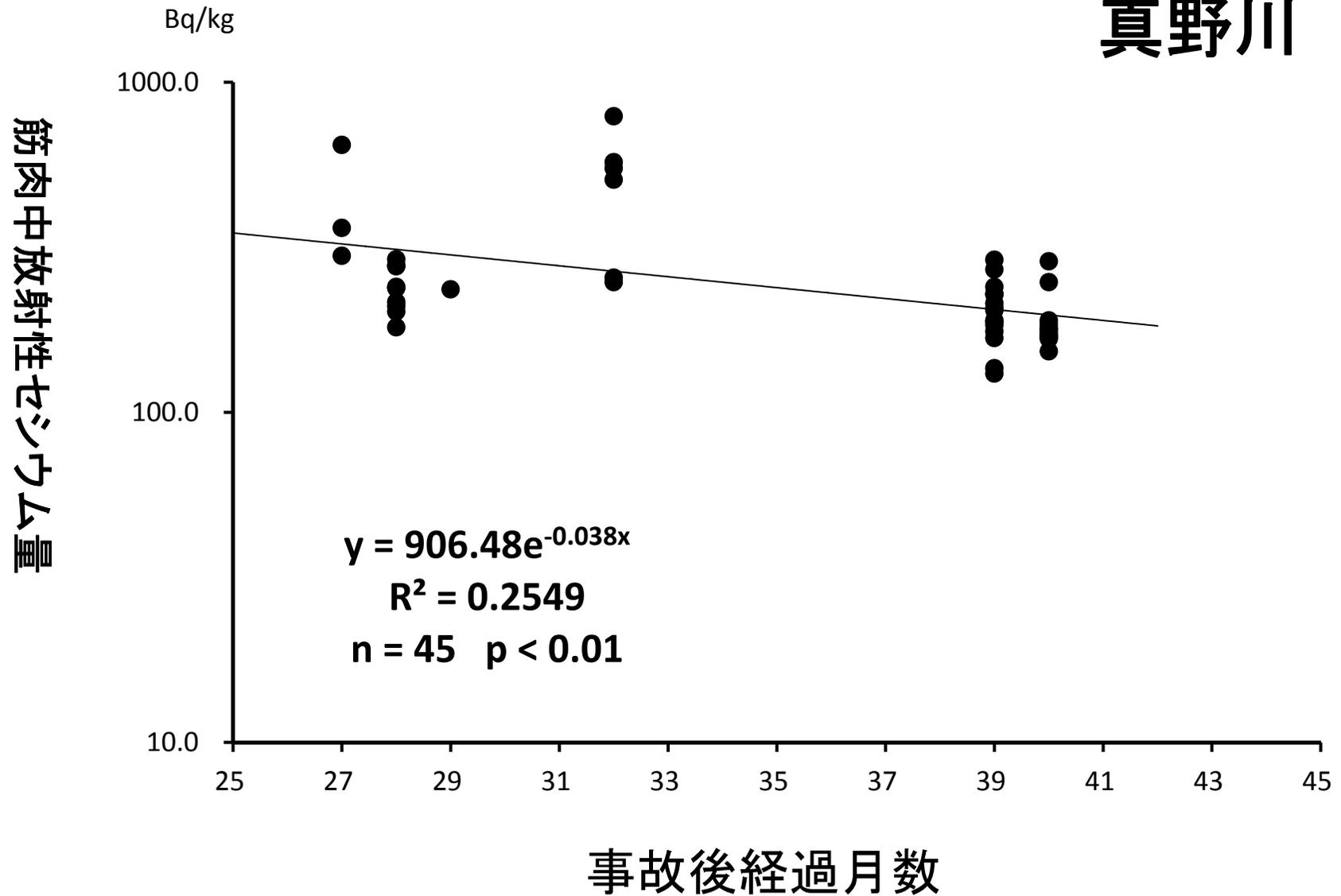
筋肉中¹³⁷Cs量と各変数との重回帰分析結果

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準編回帰 係数	F-value	t-value	p-value	
事故後経過月数	-7.256	6.651	-0.059	1.190	-1.091	0.277	
阿武隈川	-335.711	117.257	-0.208	8.197	-2.863	0.005	**
請戸川	1000.255	123.023	0.538	66.107	8.131	0.000	**
SL(cm)	2.804	39.448	0.013	0.005	0.071	0.943	
BW(g)	12.309	3.6162	0.503	11.586	3.404	0.001	**
年齢	-215.865	137.037	-0.171	2.481	-1.575	0.118	
夏季	-296.881	140.098	-0.184	4.491	-2.119	0.035	*
秋季	125.883	136.206	0.074	0.854	0.924	0.356	
定数項	306.674	140.098		0.4617	0.4617	0.4617	



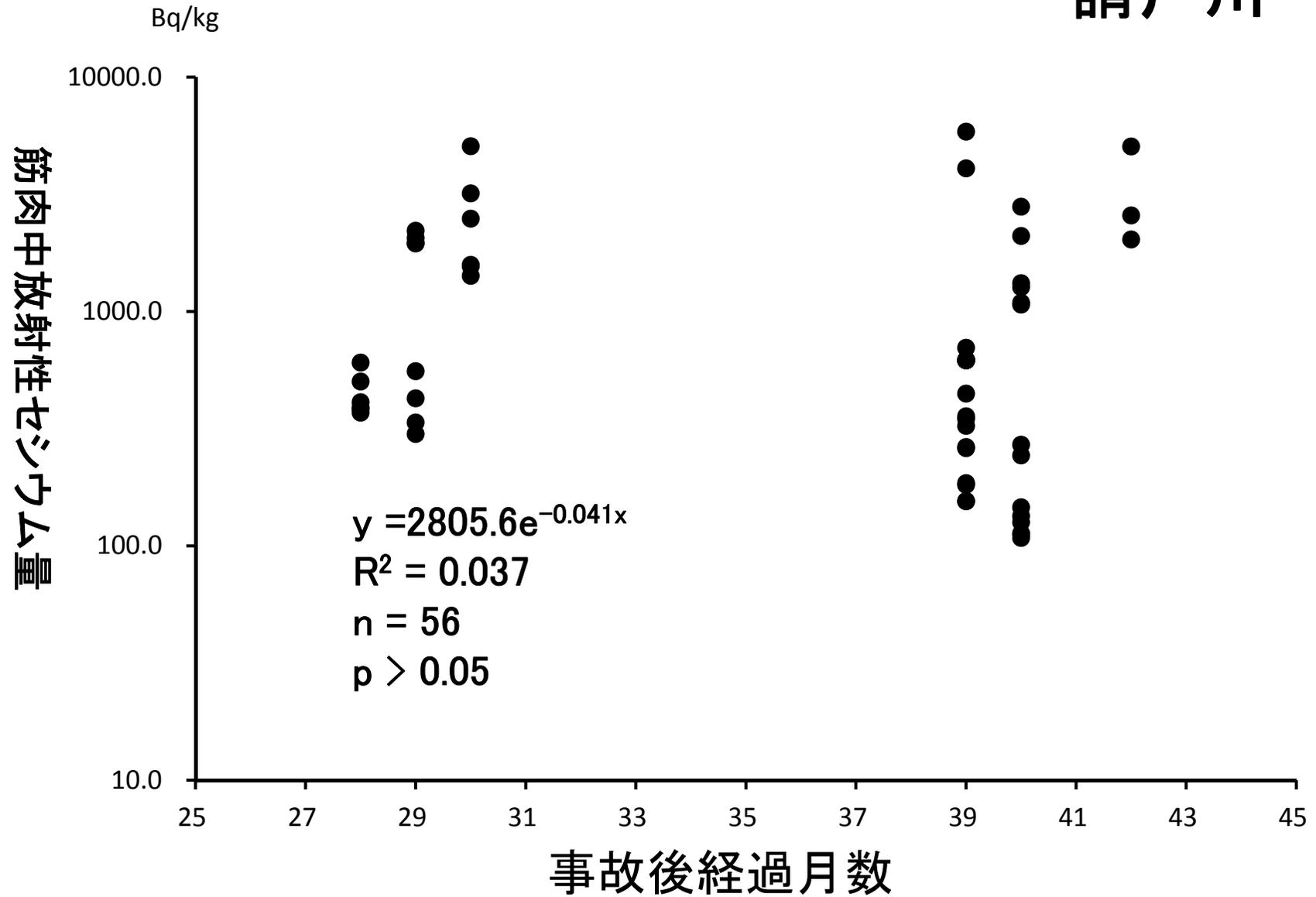
阿武隈川における事故後経過月に伴うヤマメ筋肉中¹³⁷Cs濃度の変化

真野川



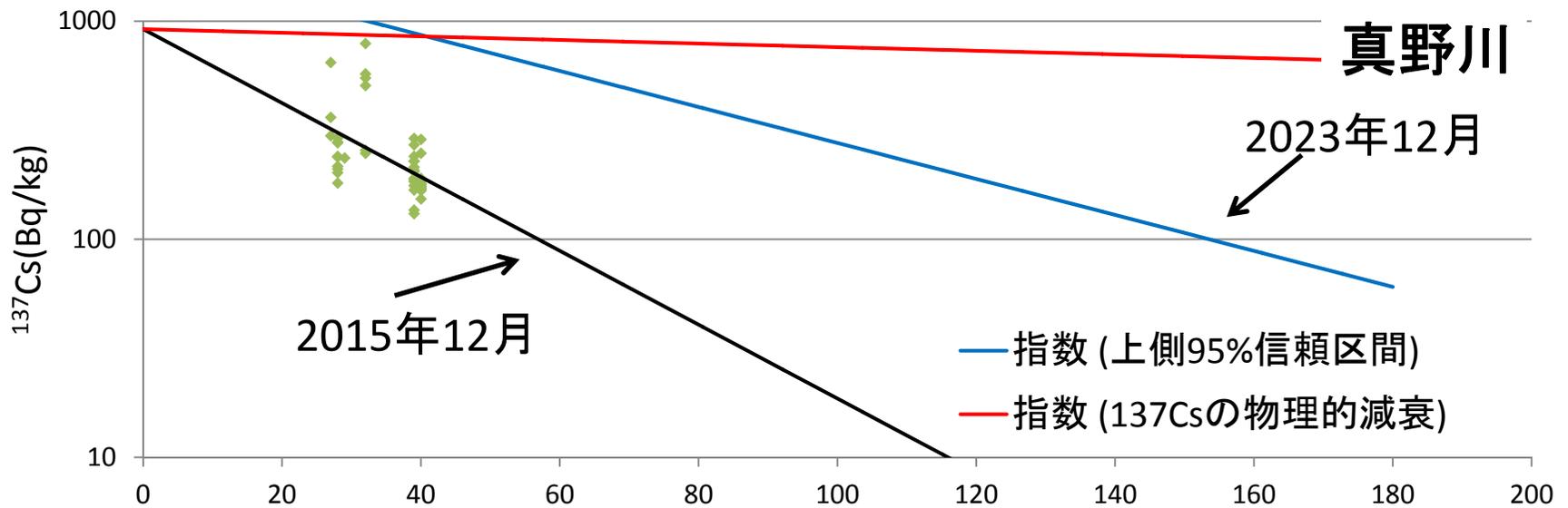
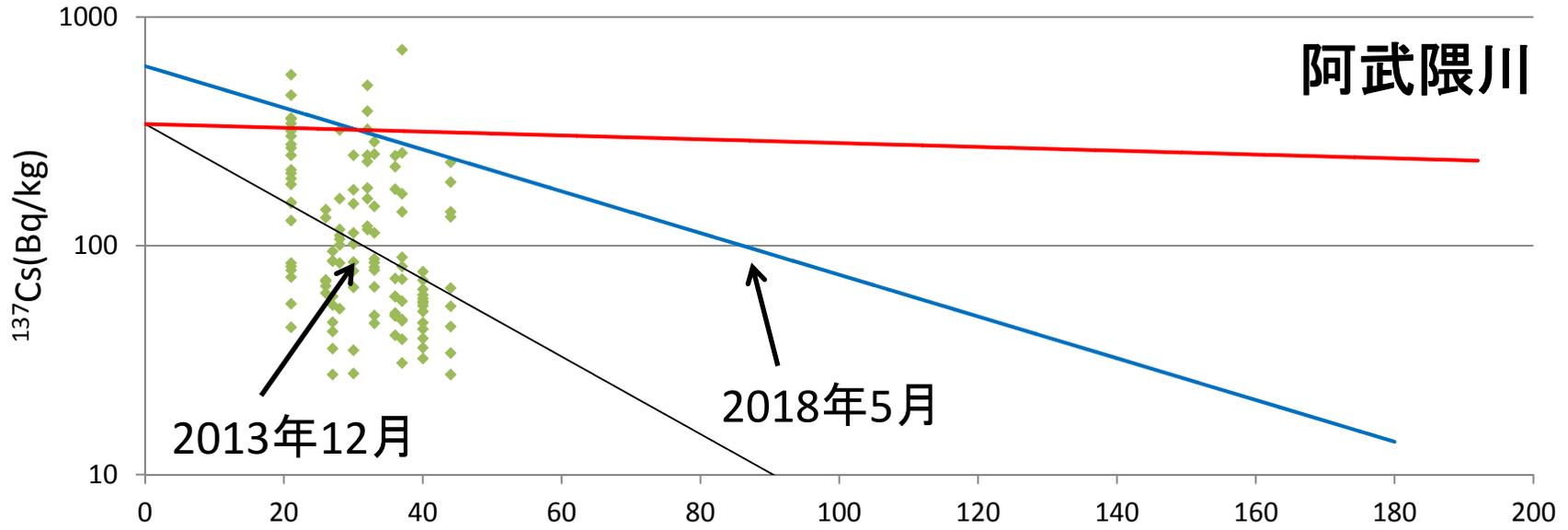
真野川における事故後経過月に伴うヤマメ筋肉中¹³⁷Cs濃度の変化

請戸川



請戸川における事故後経過月に伴うヤマメ筋肉中¹³⁷Cs濃度の変化

筋肉中放射性セシウム量



事故後月数

ヤマメ筋肉中の ^{137}Cs の変化予測

血液性状と他要因との関連を調べる

- 主成分分析: 主成分分析とは、多くの変数のデータを統合し、新たな総合指標を作り出すための手法。多くの変数に重み(ウェイト)をつけて少数の合成変数を作成する。

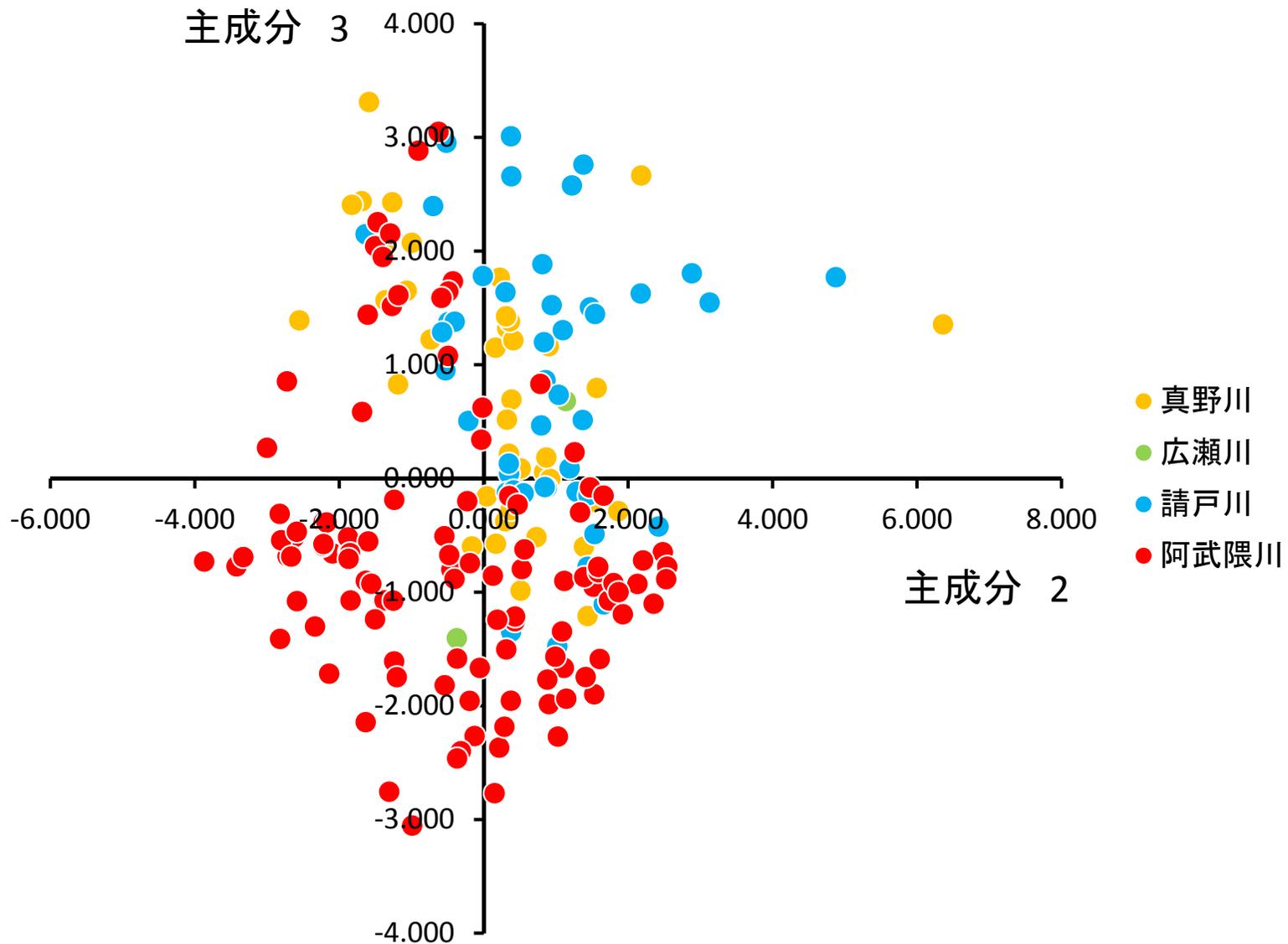
血液性状や ^{137}Cs 濃度が合成変数としてまとめられるか？

主成分分析結果

変数	主成分1		変数	主成分2		変数	主成分3
SL	0.9287		MCH	0.9054		MCV	0.6550
FL	0.9210		MCHC	0.9012		経過月数	0.6482
BH	0.9128		HGB	0.3927		夏	0.6132
BW	0.8951		夏	0.3784		CF	0.3268
HCT	0.7822		CF	0.3335		¹³⁷ Cs	0.3171
RBC	0.7399		BW	0.1563		PLT	0.2690
HGB	0.7275		¹³⁷ Cs	0.1276		BW	0.1753
MCV	0.3222		PLT	0.0694		BH	0.1560
¹³⁷ Cs	0.2790		BH	0.0421		SL	0.0573
春	0.1037		SL	0.0128		FL	0.0415
MCH	0.0815		FL	0.0006		HCT	-0.0359
経過月数	0.0513		経過月数	-0.0148		MCH	-0.0596
MCHC	-0.0746		RBC	-0.1760		春	-0.2825
CF	-0.0888		MCV	-0.1868		HGB	-0.3197
夏	-0.1251		HCT	-0.2234		RBC	-0.3305
PLT	-0.3914		春	-0.4690		MCHC	-0.3575

主成分分析結果まとめ

	寄与率	特 性
主成分 1	33.86%	体サイズ
主成分 2	15.15%	ヘモグロビン量
主成分 3	12.43%	経過時間、 ¹³⁷ Cs量



重回帰分析

- 目的変数：各血液性状
- 説明変数：筋肉中¹³⁷Cs量、事故後経過日数、
全長、標準体長、体高、体重、
肥満度、各河川

血液性状 = a・筋肉中¹³⁷Cs量 + b・事故後経過月数 + c・全長 + …… + 定数

MCV

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	F 値	t 値	P 値	判定
137Cs	0.0039	0.0017	0.1981	5.0358	2.2441	0.0260	*
採取日	0.0002	0.0002	0.0860	1.4774	1.2155	0.2257	
FL(cm)	4.0301	3.4290	0.9085	1.3813	1.1753	0.2414	
SL(cm)	-4.3725	4.1640	-0.9190	1.1027	-1.0501	0.2951	
BH(cm)	16.5171	5.7788	0.8654	8.1694	2.8582	0.0048	**
BW(g)	-0.3243	0.1209	-0.6269	7.1978	-2.6829	0.0080	**
CF	-1.8103	7.6726	-0.0196	0.0557	-0.2359	0.8137	
阿武隈川	-12.7873	2.9384	-0.3736	18.9379	-4.3518	0.0000	**
請戸川	-1.4177	3.8737	-0.0349	0.1339	-0.3660	0.7148	
広瀬川	7.7787	11.0019	0.0461	0.4999	0.7070	0.4804	
定数項	91.6337	29.0563		9.9456	3.1537	0.0019	**

MCH

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	F 値	t 値	P 値	判定
137Cs	-0.0051	0.0017	-0.2770	8.7958	-2.9658	0.0034	**
採取日	-0.0004	0.0002	-0.1467	3.8417	-1.9600	0.0515	
FL(cm)	-4.9851	3.4016	-1.1985	2.1477	-1.4655	0.1445	
SL(cm)	6.2174	4.1307	1.3935	2.2655	1.5052	0.1340	
BH(cm)	-7.6103	5.7326	-0.4253	1.7624	-1.3275	0.1860	
BW(g)	0.2335	0.1199	0.4813	3.7912	1.9471	0.0530	
CF	10.2671	7.6113	0.1183	1.8196	1.3489	0.1790	
阿武隈川	-5.7125	2.9149	-0.1780	3.8406	-1.9597	0.0515	
請戸川	12.0097	3.8427	0.3150	9.7677	3.1253	0.0021	**
広瀬川	9.8461	10.9139	0.0623	0.8139	0.9022	0.3682	
定数項	114.9261	28.8239		15.8976	3.9872	0.0001	**

MCHC

変数	偏回帰係数	標準誤差	標準偏回帰係数	F 値	t 値	P 値	判定
137Cs	-0.0047	0.0013	-0.3430	12.7786	-3.5747	0.0004	**
採取日	-0.0003	0.0001	-0.1693	4.8501	-2.2023	0.0289	*
FL(cm)	-4.9059	2.5614	-1.6091	3.6683	-1.9153	0.0570	
SL(cm)	5.8922	3.1104	1.8018	3.5885	1.8943	0.0597	
BH(cm)	-10.5353	4.3167	-0.8032	5.9565	-2.4406	0.0156	*
BW(g)	0.2614	0.0903	0.7353	8.3838	2.8955	0.0042	**
CF	8.2034	5.7313	0.1290	2.0487	1.4313	0.1540	
阿武隈川	0.5887	2.1950	0.0250	0.0719	0.2682	0.7888	
請戸川	8.0764	2.8936	0.2890	7.7904	2.7911	0.0058	**
広瀬川	3.0617	8.2182	0.0264	0.1388	0.3726	0.7099	
定数項	93.8181	21.7047		18.6839	4.3225	0.0000	**

重回帰分析まとめ

	^{137}Cs との標準偏回帰係数	
MCV	0.198	^{137}Cs の増加に伴い増加する
MCH	-0.277	^{137}Cs の増加に伴い減少する
MCHC	-0.343	^{137}Cs の増加に伴い減少する

筋肉中の ^{137}Cs 量増加に伴い血球容積が増加する傾向にあるものの、ヘモグロビン量が伴っていない、あるいは減少しているために濃度も低下している。

フナ肝臓において ^{137}Cs の投与量増加に伴い細胞容積の増加傾向が観察されている(未発表)。ヤマメ赤血球でも同様の現象か？

ヘモグロビン量、ヘモグロビン濃度の減少は被曝の影響か？

まとめ

- ヤマメ筋肉中の放射性セシウムは阿武隈川、真野川で減少傾向にあるものの、請戸川では依然として高いレベルにある。
- 血液性状は筋肉中 ^{137}Cs 濃度の上昇に伴い血球容積が増加し、色素濃度が低下する傾向にあった。
- 血球容積の増加や色素濃度の低下が ^{137}Cs の直接の影響によるかは現在のところ不明である。今後のモニタリングの継続が必要である。