

放射能汚染地域のため池に棲むコイの健康状態

鈴木 譲

東京大学名誉教授(元農学生命科学研究科附属水産実験所)



沖合約50kmから福島第一原子力発電所を見る(2014.4.1.)

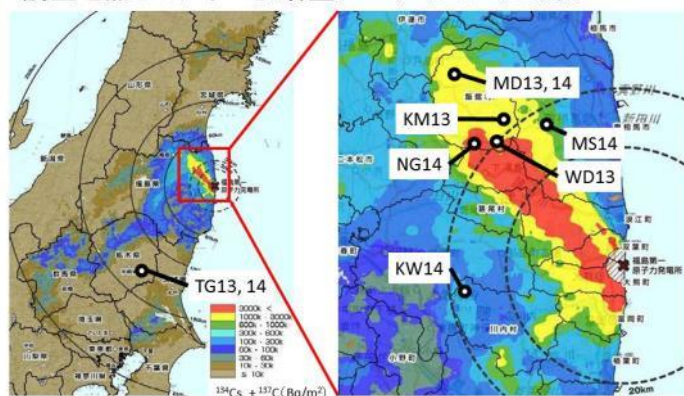
福島事故後、ため池に閉じ込められたままのコイなら、生育条件も均質であり、放射線の影響を適切に評価できるはず。それに鳥獣などと異なり、特別の許可なく解剖して調べることができる。



実験生物学的視点で、免疫系への影響を調べることにした。

調査地の状況と調査方法

調査地点とセシウム沈着量(2011年11月5日の値に換算)



MD13, 14: 飯舘村前田 KM13: 飯舘村小宮 WD13: 飯舘村蕨平
 NG14: 飯舘村長泥 MS14: 南相馬市原町区 KW14: 川内村
 TG13, 14: 栃木県芳賀町

調査方法 - ラボでの作業



組織薄切用マイクローム(東大水実)



ゲルマニウム半導体測定器(ちくりん舎)

- 血液性状検査: 塗抹標本にMay-Grünwald Giemsa染色を施して顕微鏡で観察し、各白血球数を算出する。
- ホルマリン固定した組織をパラフィンに包埋した後、マイクロームで厚さ $5\mu\text{m}$ の切片を作製し、H.E染色を施して顕微鏡で観察する。
- 放射線量測定: 筋肉サンプル中のセシウム量をゲルマニウム半導体測定器により測定する(NPO法人市民放射能監視センターちくりん舎に依頼)。

調査方法 - 現場での作業



採集風景(南相馬)



採血し解剖

- コイを4~5尾釣り上げる。
- 血液性状検査: 魚を麻酔してヘパリン処理注射器で採血
 - 血液を希釈し、血球計算盤上で顕微鏡観察し、赤血球数を算定する。
 - スライドガラスに血液を薄く塗布した塗抹標本を作製する。
- 組織学的検査: 魚を解剖して各組織を切り出し、ホルマリンで固定する。
- 放射線量測定: 筋肉を切り出し、細かく切り刻む。

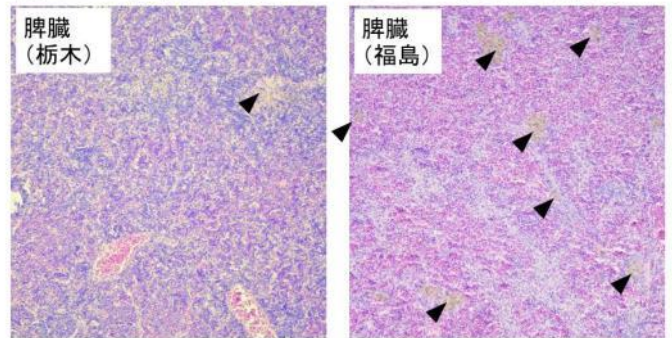
セシウム濃度測定結果のまとめ

調査地点	空間線量 (μSv)	筋肉中セシウム量(Bq/kg)				底泥中 ^{137}Cs (Bq/kg乾重)
		個体数	^{134}Cs	^{137}Cs	Cs total	
2013年						
MD13	2.5	5	402	921	1323 \pm 731	8200
KM13	2.5	4	1540	3493	5033 \pm 1157	53000
WD13	3.6	5	1818	4168	5986 \pm 2619	21000
TG13	0.04	4	3	10	13 \pm 5.5	55
2014年						
MD14	1.5	5	100	328	438 \pm 214	12000
NG14	3.3	5	306	1004	1310 \pm 532	57000/66000
MS14	0.9	4	243	815	1058 \pm 294	38000
KW14	0.2	5	21	69	90 \pm 42	4100
TG14	0.03	5	-	6	6 \pm 1	11

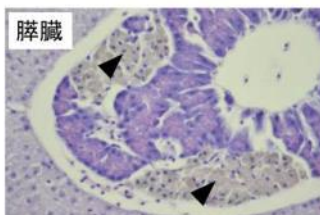
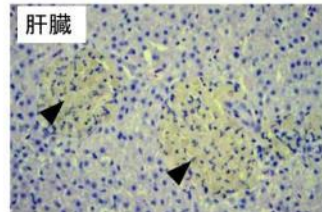
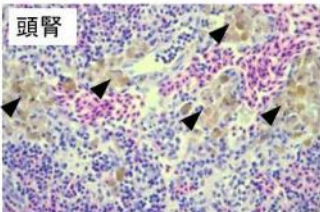
福島のため池底泥には大量のセシウムが長期にわたって堆積し、コイ筋肉中にも高濃度の放射性セシウムが蓄積していた。

諸臓器に見られる組織学的変化は放射線の影響なのだろうか？

福島のコイに見られたマクロファージの異常な増殖

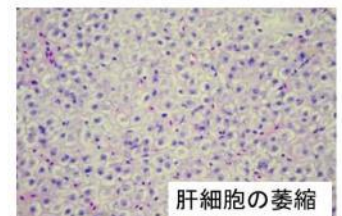
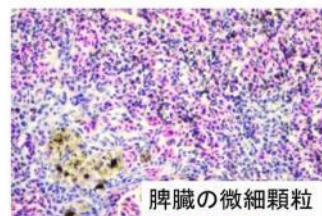


免疫応答の場である脾臓や造血器官の頭腎では、病原生物や不要な細胞を処理するマクロファージが集塊状のメラノマクロファージセンター(MMC: 矢頭)を形成しているが、福島のコイでは異常に発達していた。MMCの異常な発達はやまめでも観察されており(東北大・中嶋正道准教授)、放射線の影響が強く疑われる。



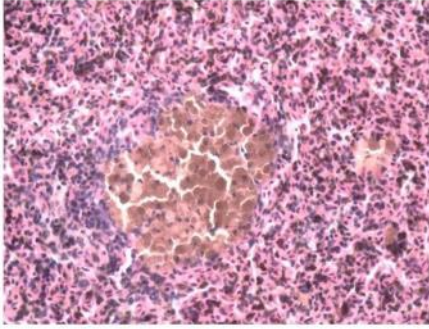
MMCの異常な発達には脾臓や頭腎の他、通常は存在しない肝臓、脾臓でも認められた。放射線でダメージを受けた大量の細胞がマクロファージに取り込まれ、仮置き場のように保管されている像と推察される。

福島のコイに見られたその他の異常



2013年、福島の一部の個体では脾臓に細胞外に微細な黒色顆粒が認められた。崩壊した細胞に由来するものと推察される。また、一部の個体では肝細胞が円形に萎縮し、配列も乱れていた。

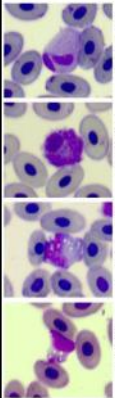
ところが！2014年には栃木県のコイ脾臓にも異常が



組織観察の結果、2014年には栃木県芳賀町のコイにもマクロファージの異常増殖が見られ、前年の結果を裏付けることができなかった。初期被曝の影響が事故から3年を経て現れた可能性も含め、今後の検討課題である。

白血球数の変化は放射線の影響を示すものと言えるだろうか

栃木県と飯館村のコイにおける各白血球数の比較(2013)

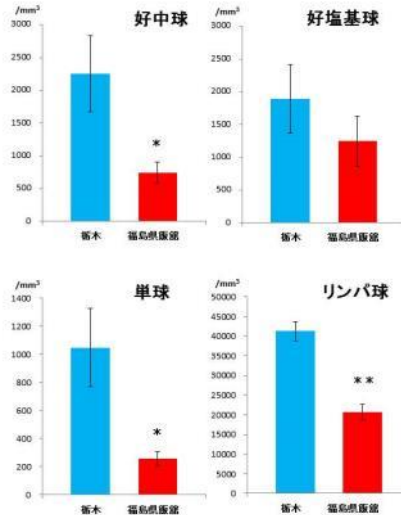


好中球(Neutrophil)
 バクテリアを食べて殺す

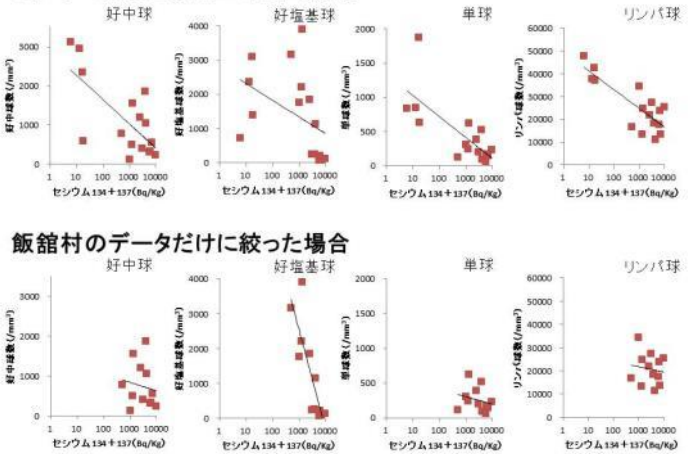
好塩基球(Basophil)
 機能不明。寄生虫防御？

単球(Monocyte)
 バクテリアを食べてその抗原情報をリンパ球に提示

リンパ球(Lymphocyte)
 抗原情報に基づき抗体を作る

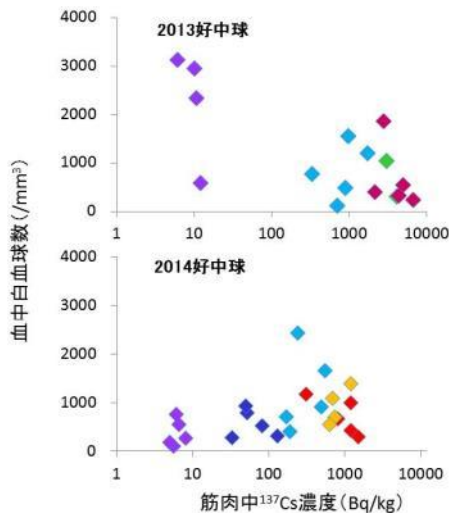


セシウム濃度と各白血球数の関係



セシウム蓄積量と白血球数の関係は2014年には不明瞭になった(好中球)

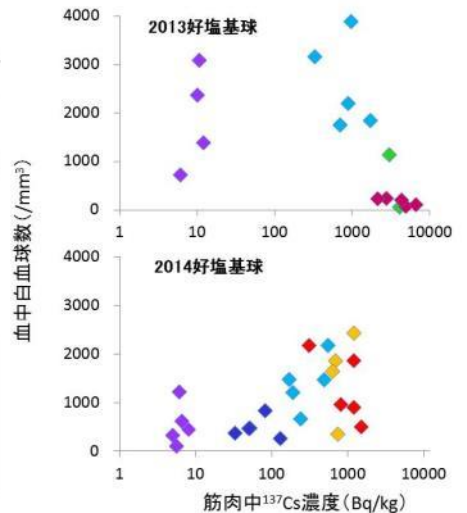
栃木の血球数が大幅に減少



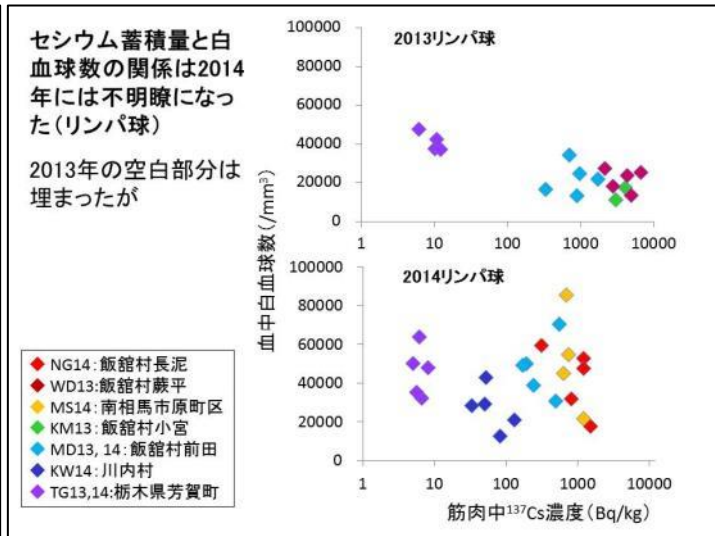
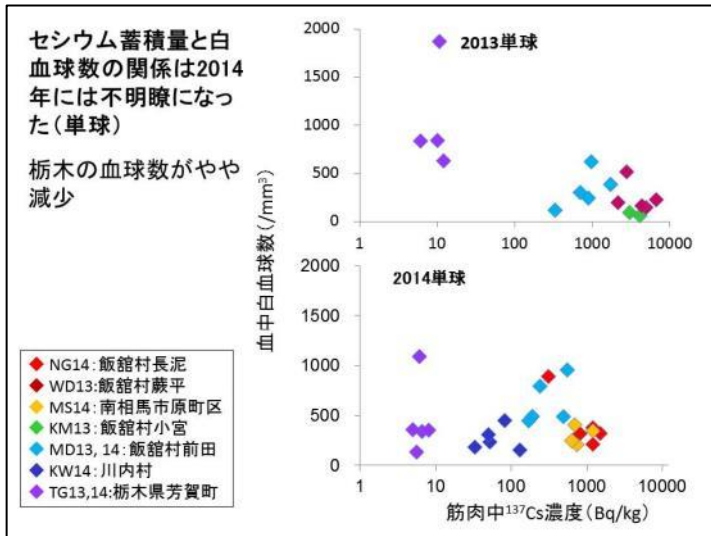
- ◆ NG14: 飯館村長泥
- ◆ WD13: 飯館村蕨平
- ◆ MS14: 南相馬市原町区
- ◆ KM13: 飯館村小宮
- ◆ MD13, 14: 飯館村前田
- ◆ KW14: 川内村
- ◆ TG13,14: 栃木県芳賀町

セシウム蓄積量と白血球数の関係は2014年には不明瞭になった(好塩基球)

栃木の血球数が大幅に減少



- ◆ NG14: 飯館村長泥
- ◆ WD13: 飯館村蕨平
- ◆ MS14: 南相馬市原町区
- ◆ KM13: 飯館村小宮
- ◆ MD13, 14: 飯館村前田
- ◆ KW14: 川内村
- ◆ TG13,14: 栃木県芳賀町



2013年にはコイの白血球数に汚染地域と非汚染地域とで明瞭な差が見られた。しかし、2014年には差が見られなくなってしまった。何より、栃木のコイの白血球数が大きく変化してしまったことが大きい。事故直後、栃木にも放射性物質が降り注いだことは間違いなく、その影響が3年を経て現れた可能性がある。また、今回はセシウムとの関係だけに注目したが、他の核種の影響も考えるべきかもしれない。

これまでの調査の弱点は福島と比較すべき対照を栃木1か所しか設定できなかったことであり、これでは確実な結論を出すことができない。今後、非汚染地域での調査を充実させることがなにより重要である。

調査のまとめ

福島のため池には大量のセシウムを含む底泥が堆積しており、コイ筋肉にも最大という高濃度のセシウムが蓄積されていた。

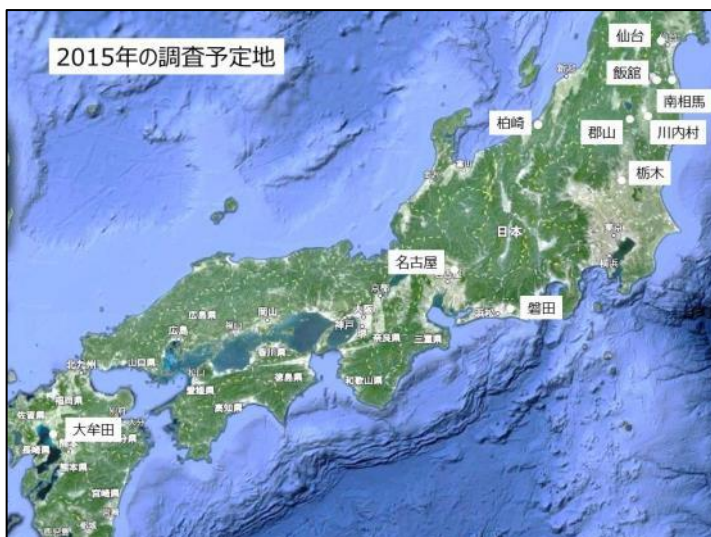
福島のコイは放射性セシウムの大量蓄積により何らかの形で不健康状態におちいつている可能性が高いが、断定することはできなかった。

今年以降の調査に向けて

低濃度から高濃度まで幅広い放射能汚染段階で調べることが重要。その中でも特に関東、東北以外の非汚染地域の対照を複数設定することが必須である。

低濃度汚染地域として仙台、郡山を、非汚染地域として柏崎・刈羽、磐田、名古屋、大牟田を加えて計画した。

コイがあまりいない池に養殖場から購入したコイを放流し、1年後に再捕獲して同様の調査を行なう。



調査は多くの方々のご協力で実施いたしました。ここに記して感謝の意を表します

- ・飯館村放射能エコロジー研究会(IISORA) 小澤祥司氏ら、多くのIISORAメンバー
- ・飯館村 伊藤延由氏、長谷川健一氏、庄司正彦氏ら、多くの皆様
- ・南相馬市 小澤洋一氏、末永伊津夫氏、志賀利通氏、および「ふくいち周辺環境放射線モニタリングプロジェクト」の皆様
- ・川内村 山下和正氏
- ・栃木県芳賀町 高橋伸拓氏
- ・群馬県沼田市 小淵均氏
- ・神奈川県小田原市 諏訪間順氏
- ・ちくりん舎(NPO法人市民放射能監視センター) 浜田和則氏、青木一政氏、辻よし子氏
- ・九州大学農学研究院 教授 中尾実樹氏
- ・東京大学農学生命科学研究科 教授 金子豊二氏
- ・同 附属水産実験所 准教授 菊池潔氏ほか多くの皆様
- ・年金生活にも関わらず調査への出費を容認してくれる妻
- ・その他、お手伝いあるいは応援して下さいの大勢の皆様