2021年3月6日　公開シンポジウム

森林で放射性セシウムはどう動いているのか？

原発事故により福島の生き物はどうなったのか？

研究者が

わかりやすく解説します

国立環境研究所
玉置　雅紀

質問です

Q. 原発事故の影響で突然変異が起きたと考えられている生物の数は？

A：なし

B：4種類くらい

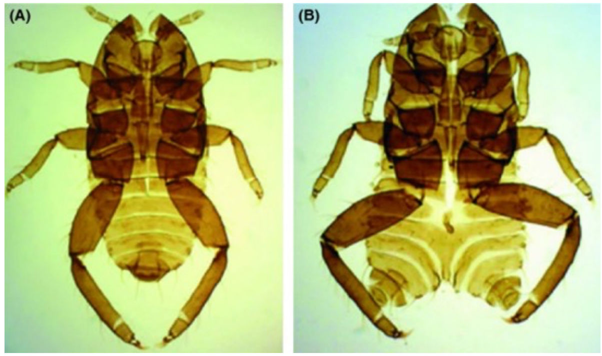
C：10種類か？

震災後、４種類の生物に形の異常が報告された

ヤマトシジミ

Hiyama et al. (2012)

ワタムシ



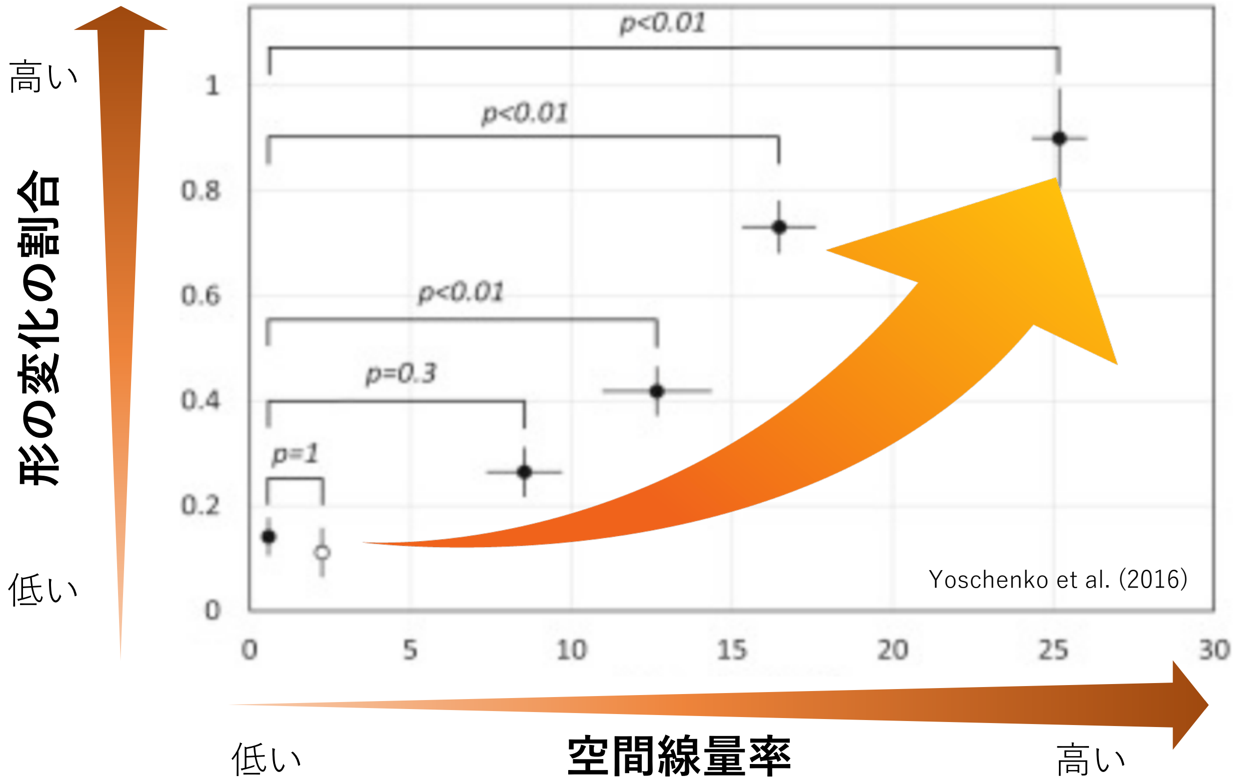
Akimoto (2014)

モミ
アカマツ

Watanabe et al. (2015)

何故、放射線による影響と考えられているのか？

形の異常に放射線量に対する「相関」が見られたから

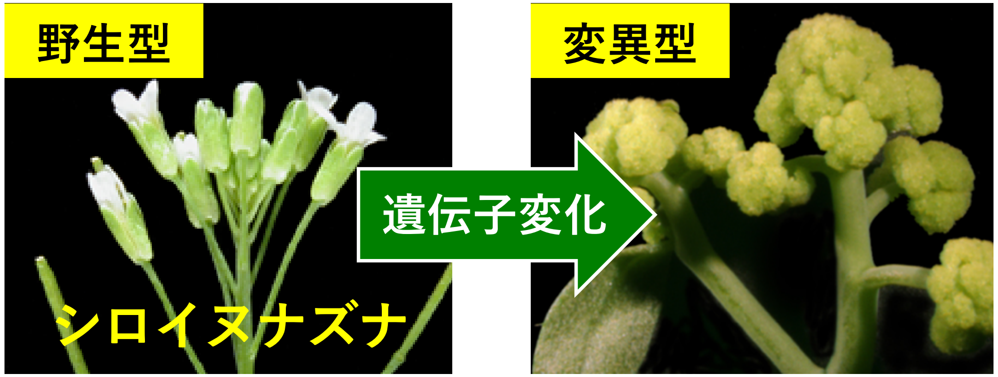


病気、食害や霜害も、
原因の一つと考えられている

ただし、「相関」は「因果」ではない

形が変わる時、必ず遺伝子(DNA)の変化がある

因果あり

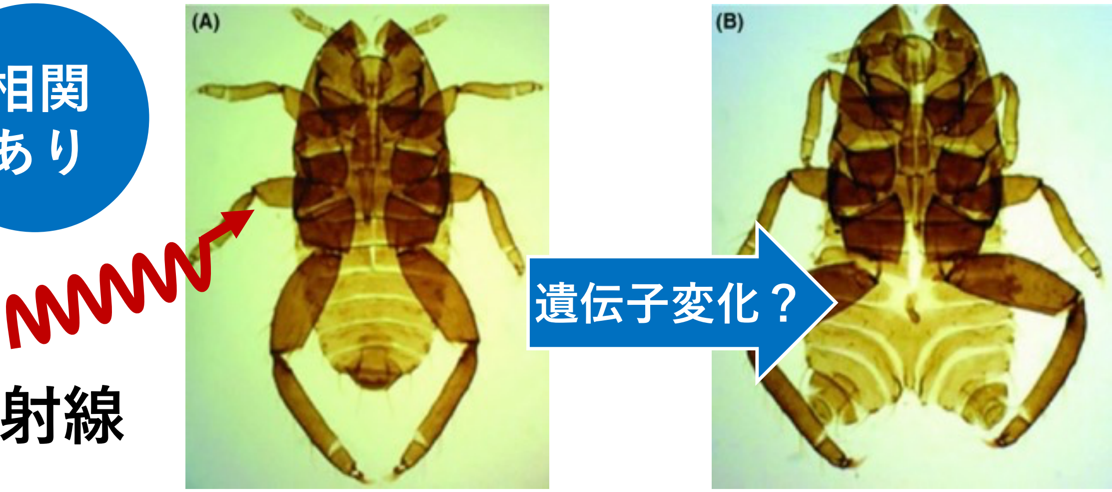


「原因」：
ある遺伝子が**機能を失う**と

「結果」：
花が**カリフラワーの形**になる

Smyth (1995)より

相関あり



放射線

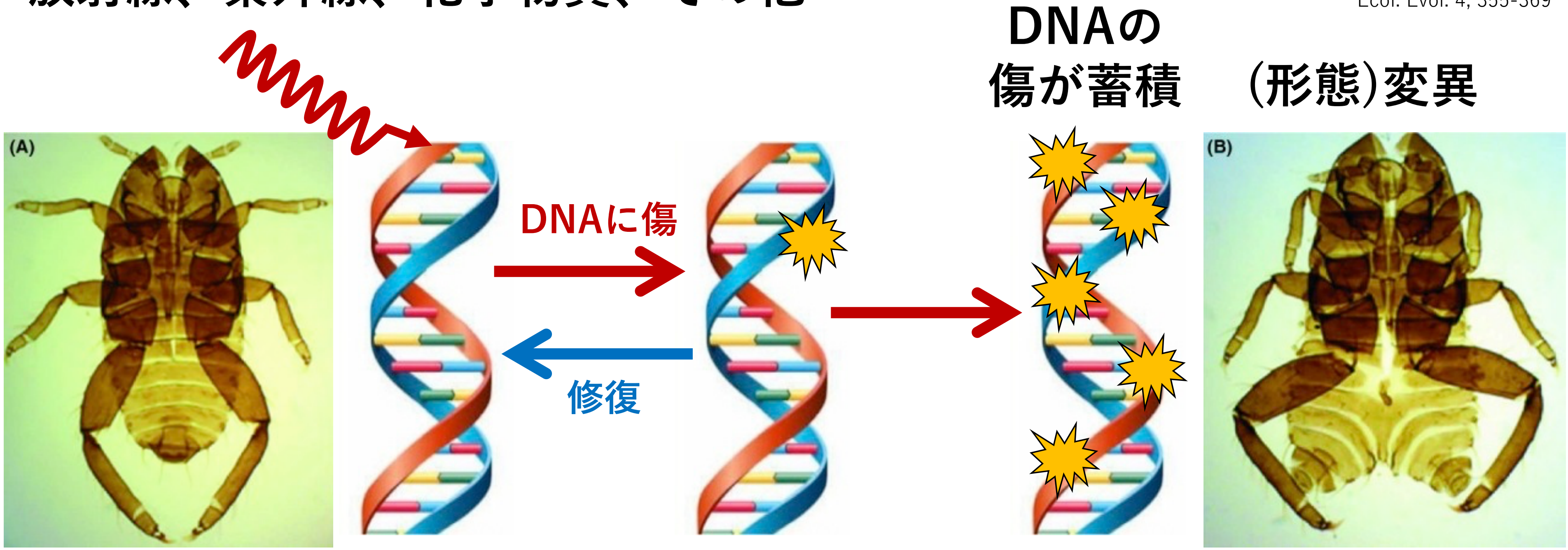
因果の証明はできていない！

「**遺伝子（DNA）の変化**」の
有無を知る必要

Photos from Akimoto (2014) Ecol. Evol. 4, 355-369

生物の力：DNAは傷つくがほとんどが修復される

放射線、紫外線、化学物質、その他

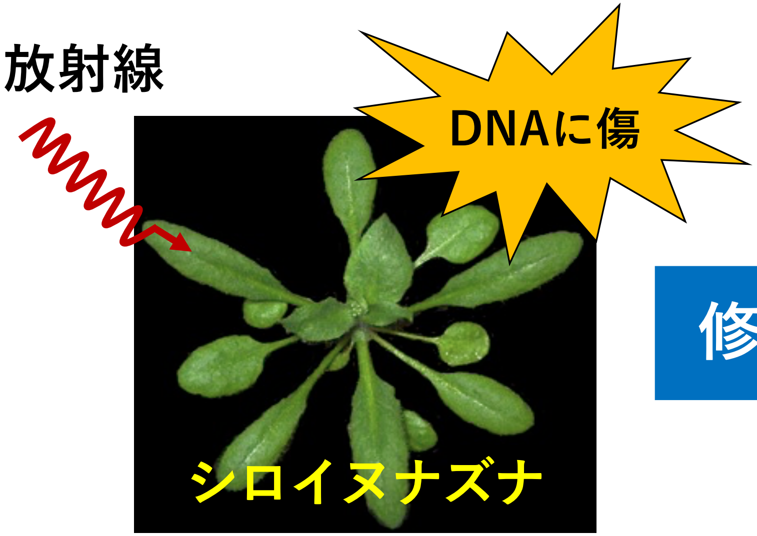


Photos from Akimoto (2014)
Ecol. Evol. 4, 355-369

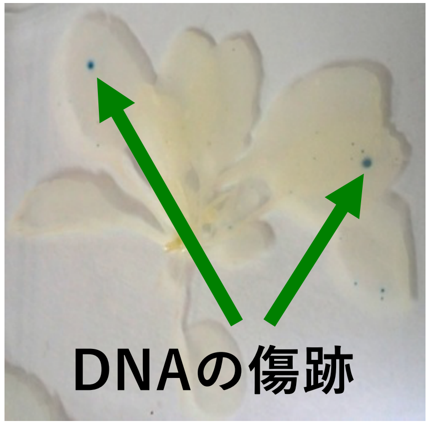
知りたいこと：福島では「DNAに傷」と「修復」どちらが大きい？

DNAの傷跡が見える植物の開発(遺伝子組換え)

放射線



修復



ポイント

- DNAが傷ついた細胞を見る事ができる！
- 傷跡の数＝傷ついた細胞の数

けがに
例えると

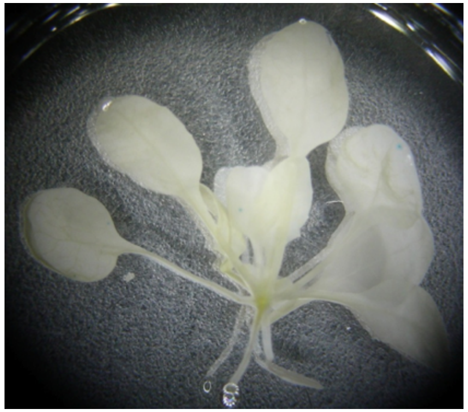
治療

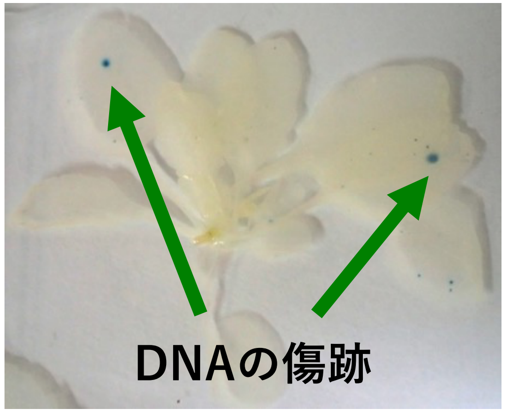
傷跡

汚染土壌で栽培するとDNAの傷跡が見える

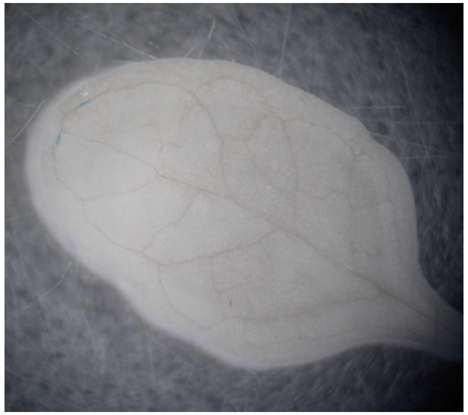
清浄土壌　汚染土壌

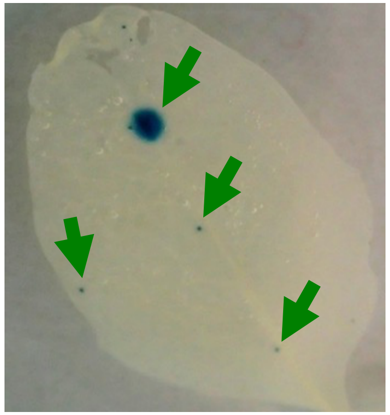
植物全体





葉を拡大

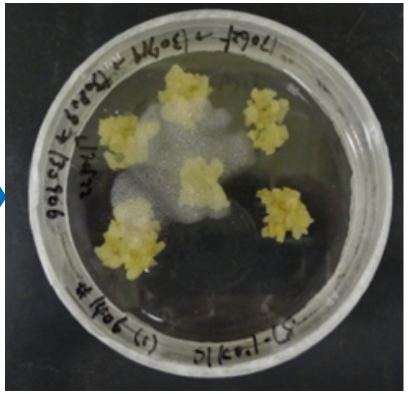




この植物をどう使ったのか？

(1) 野外で使うために植物由来の培養細胞を確立

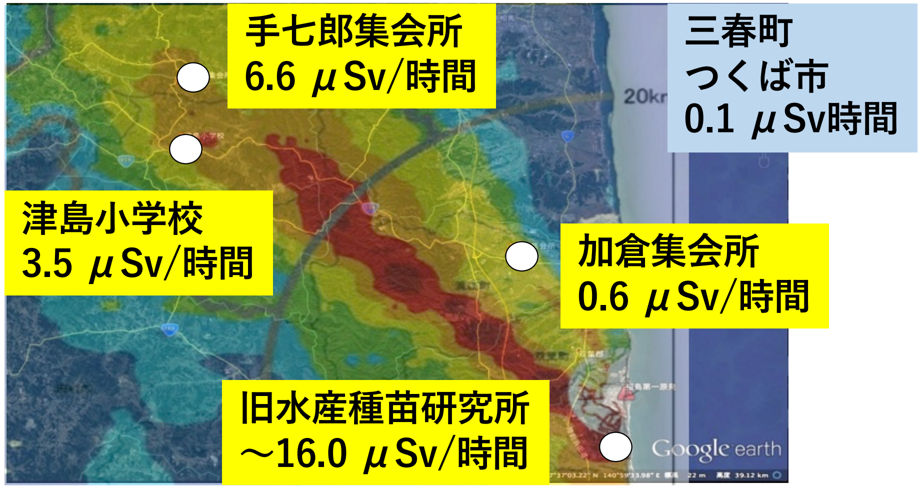
開発した植物



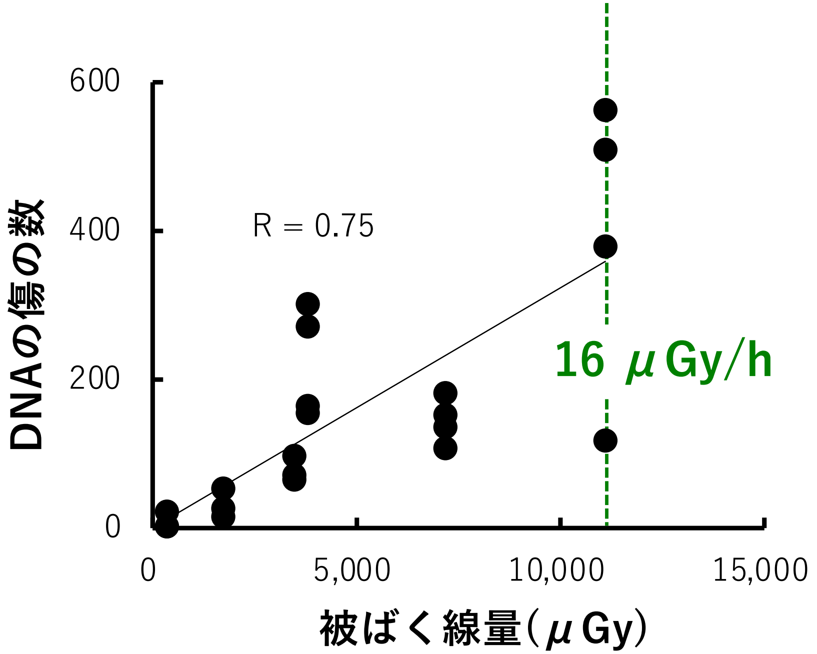
培養細胞化

植物	培養細胞
栽培管理が必要	1ヶ月はメンテフリー
環境要因の影響大	放射線の影響のみ

(2) 培養細胞を使って野外でのDNAの傷跡を検出

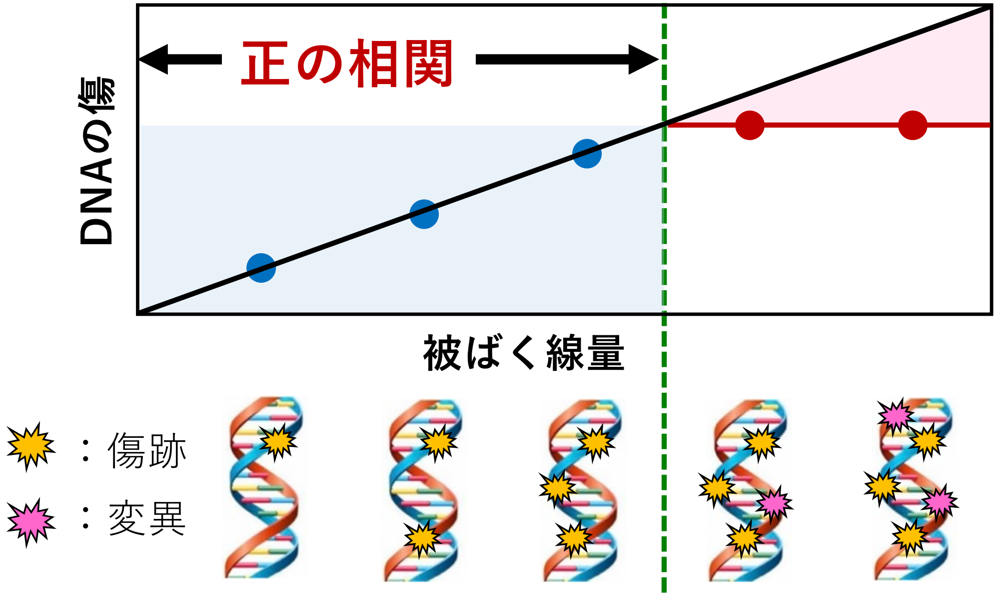


野外実験の結果



DNAの傷の数は
被ばく線量と**正の相関**

例えば傷を3つまで修復できる場合



傷跡	1	2	3	3	3
変異	0	0	0	1	2

左のグラフの考え方
➡ グラフが**正の相関**を示す場合：突然変異は蓄積しない

少なくとも毎時16μGyまでは、「修復」 ＞ 「DNAに傷」

まとめ：福島県の放射線による野生生物への影響

Q. DNAが傷つく頻度は生物の修復力を上回っている？

A. 現在は、多くの場所で「いいえ」
現在の放射線量により生じるDNAの傷は修復されるレベル

2012年秋に終息

Hiyama et al. (2012)

2012年秋に終息

Akimoto (2014)

2013年に最大

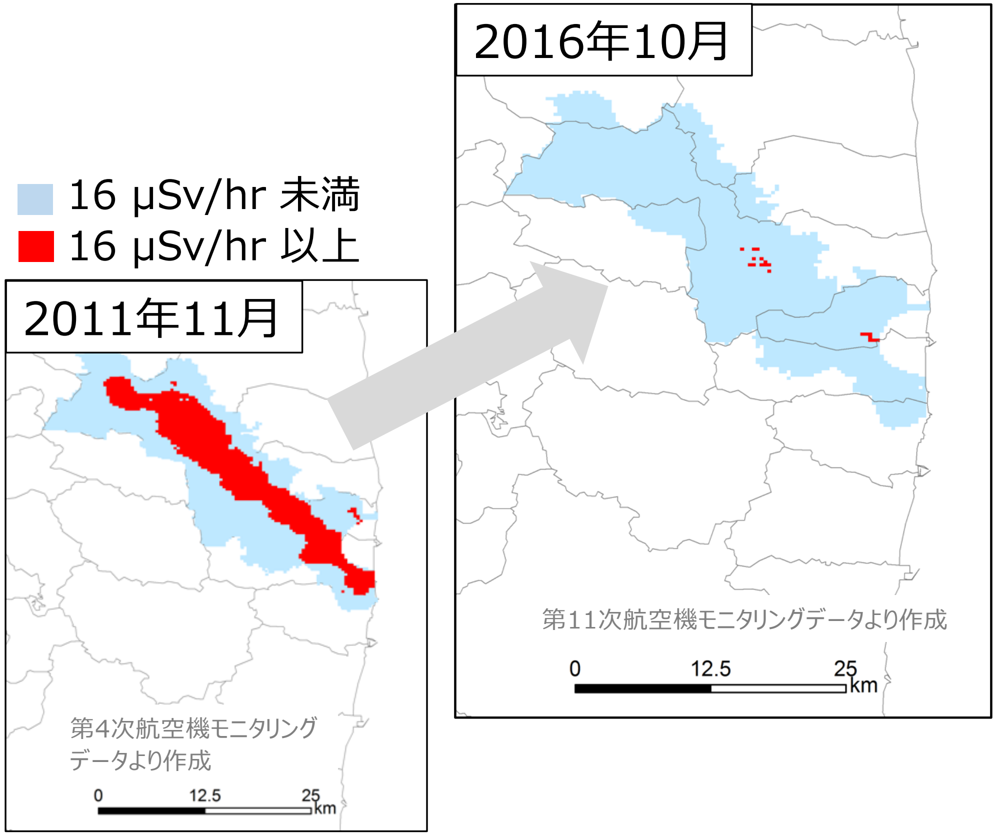
Watanabe et al. (2015)

- 2014年以降は、ほぼ見られなくなっている
- 生物の形態異常は初期被ばくにより生じた可能性

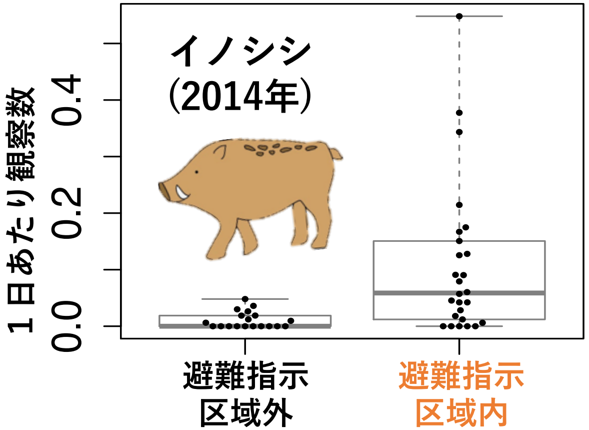
最後に：福島原発事故による生物影響のこれから

現在は、ほとんどの場所で突然変異なし

16 μSv/hr 未満
16 μSv/hr 以上



住民避難による生態系撹乱は続く



継続的なモニタリングが必要

引用・参考文献リスト

- Hiyama et al. (2012) The biological impacts of the Fukushima nuclear accident on the pale grass blue butterfly. *Scientific Reports*, 2: 570, https://www.nature.com/articles/srep00570

- Akimoto (2014) Morphological abnormalities in gall-forming aphids in a radiation-contaminated area near Fukushima Daiichi: selective impact of fallout?. *Ecology and Evolution*, 4: 355-369., https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.949

- Watanabe et al. (2015) Morphological defects in native Japanese fir trees around the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant. *Scientific Reports*, 5: 13232., https://www.nature.com/articles/srep13232

- Yoschenko et al. (2016) Morphological abnormalities in Japanese red pine (*Pinus densiflora*) at the territories contaminated as a result of the accident at Fukushima Dai-Ichi Nuclear Power Plant. *Journal of Environmental Radioactivity*, 165: 60-67., https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0265931X16303903?via%3Dihub

- Tamaoki (2016) Studies on radiation effects from the Fukushima nuclear accident on wild organisms and ecosystems. Global Environmental Research, 20, 73-82., http://www.airies.or.jp/journal_GlobalEnvironmentalResearch_201705291027585.html

- 生物多様性ウェブマッピングシステム（BioWM）, 福島県東部の野生動物, http://www.nies.go.jp/biowm/map/mafu.html