

# Radiocesium transfer factors for agricultural plants in Fukushima

Sadao Eguchi  
Carbon & Nutrient Cycles Division  
National Institute for Agro-Environmental Sciences (NIAES)

## Outline

1. Radio-Cs transfer to rice in Fukushima  
*Results from the 3 year works*
2. Long-term perspective for  $^{137}\text{Cs}$  uptake  
*Importance of soil properties*
3. Distribution coefficient  $K_d$   
*Variations and influence of water qualities*
4. Summary

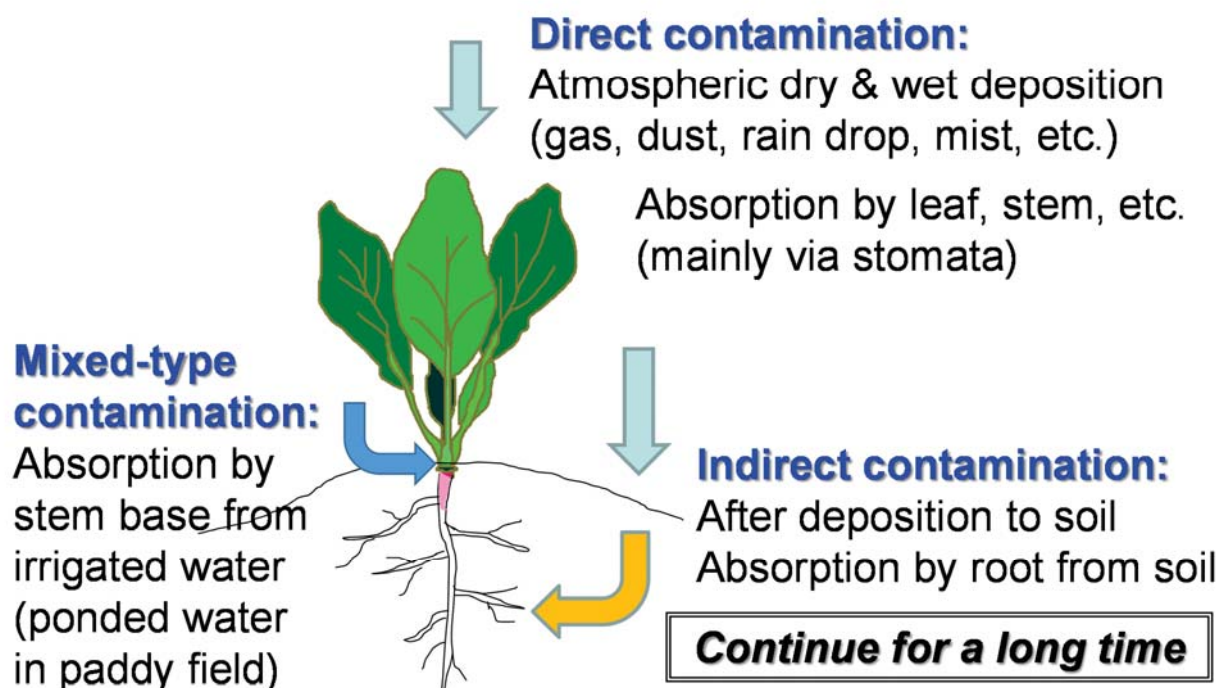


# 1. Radio-Cs transfer to rice in Fukushima

## *Results from the 3 year works*



### Direct & indirect crop contamination

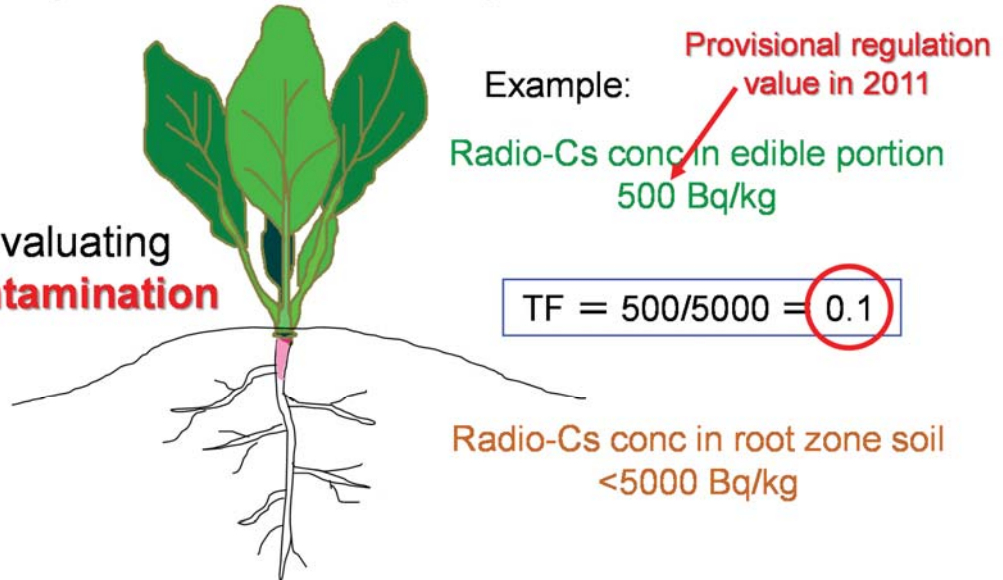


# Transfer factor (TF) from soil to crop

$$TF = \frac{\text{Radionuclide conc in crop body (Bq/kg)}}{\text{Radionuclide conc in root zone soil (Bq/kg)}}$$

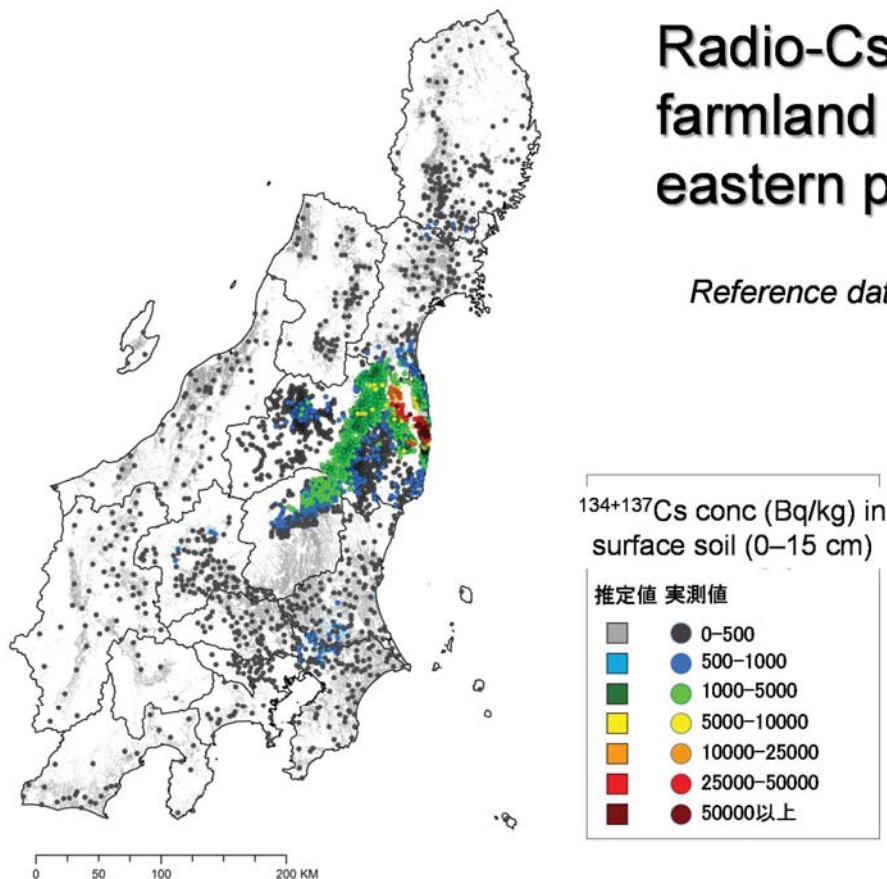
For estimating radio-Cs conc in crop body from that in root zone soil

Method for evaluating  
**indirect contamination**



## Radio-Cs conc in farmland soil in eastern part of Japan

Reference date: 5 November 2011

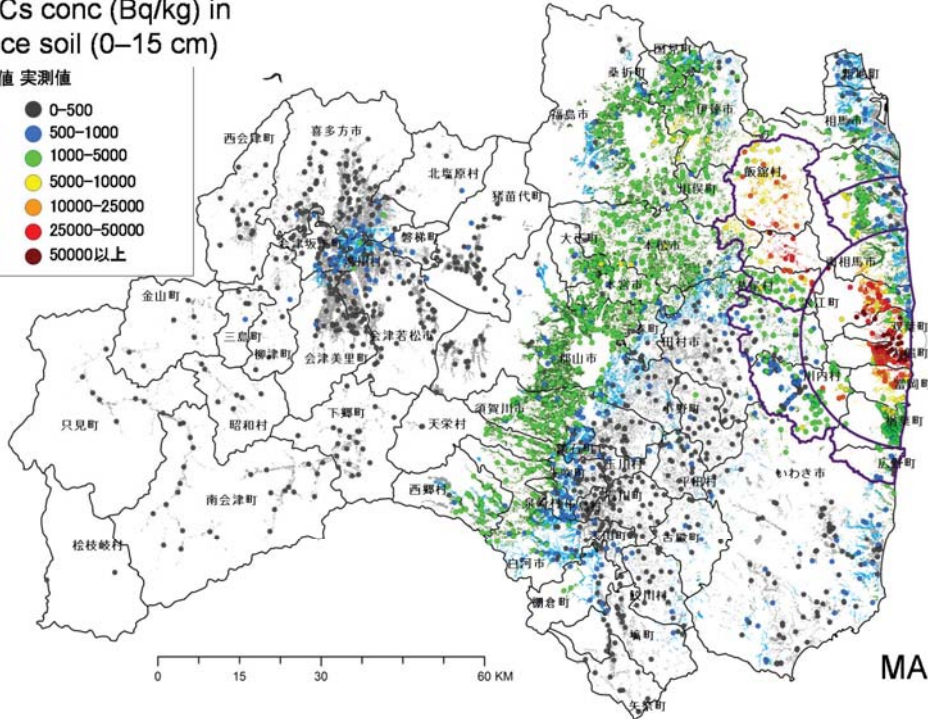
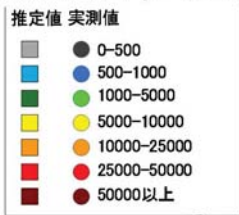


MAFF (2012)

# Radio-Cs conc in farmland soil in Fukushima

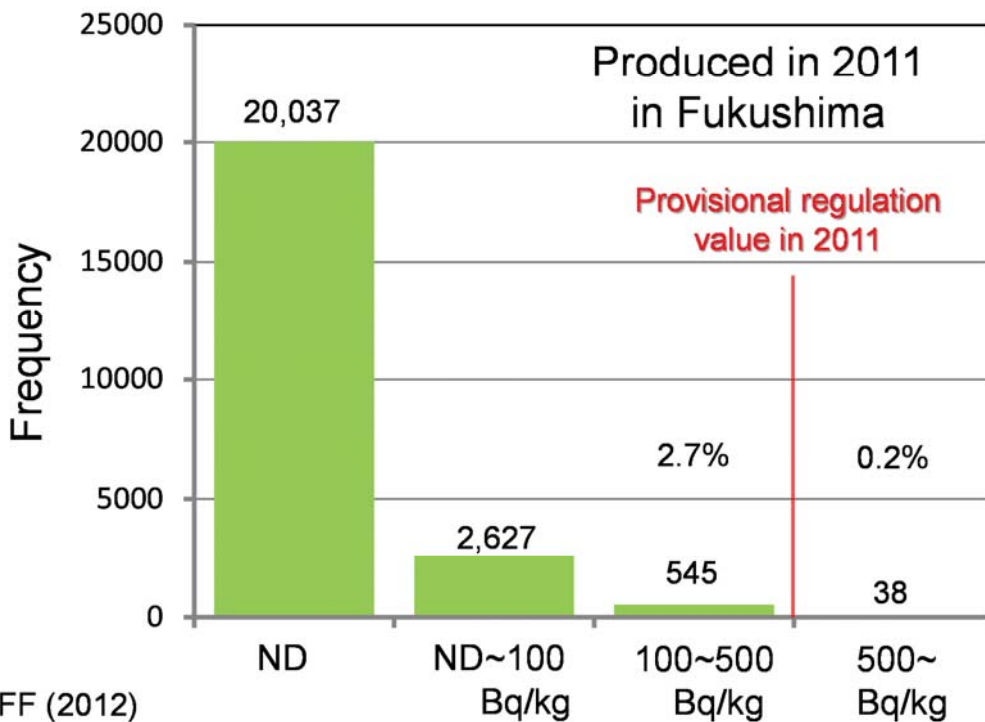
Reference date: 5 November 2011

$^{134+137}\text{Cs}$  conc (Bq/kg) in surface soil (0–15 cm)



MAFF (2012)

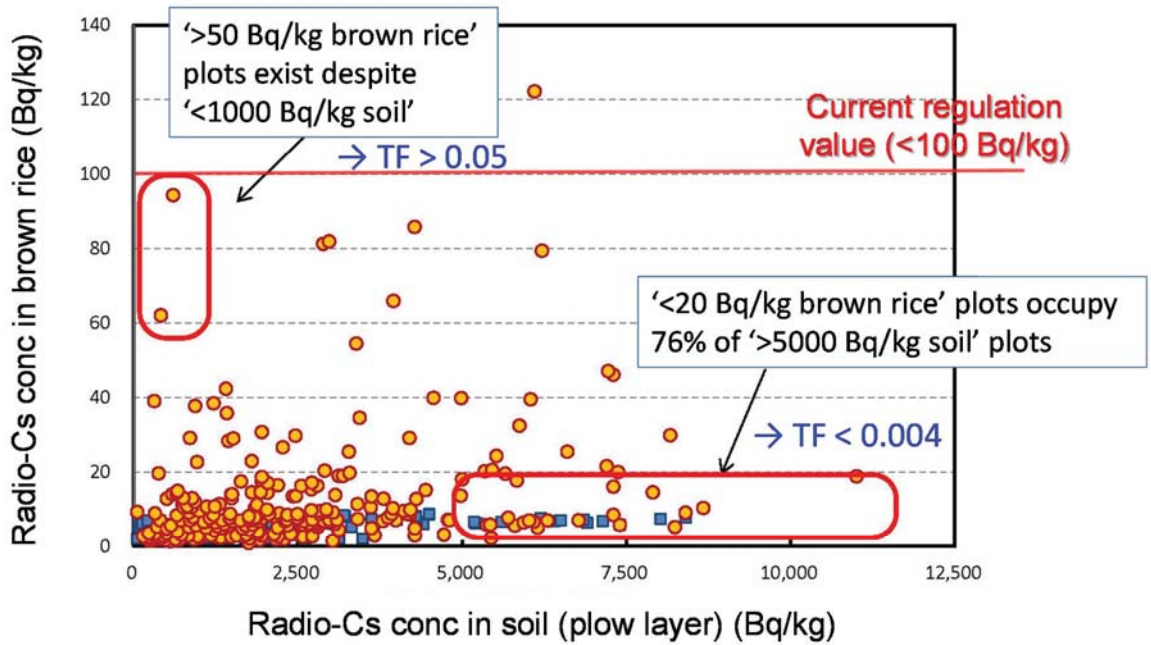
## Frequency distribution of radio-Cs conc in brown rice



MAFF (2012)

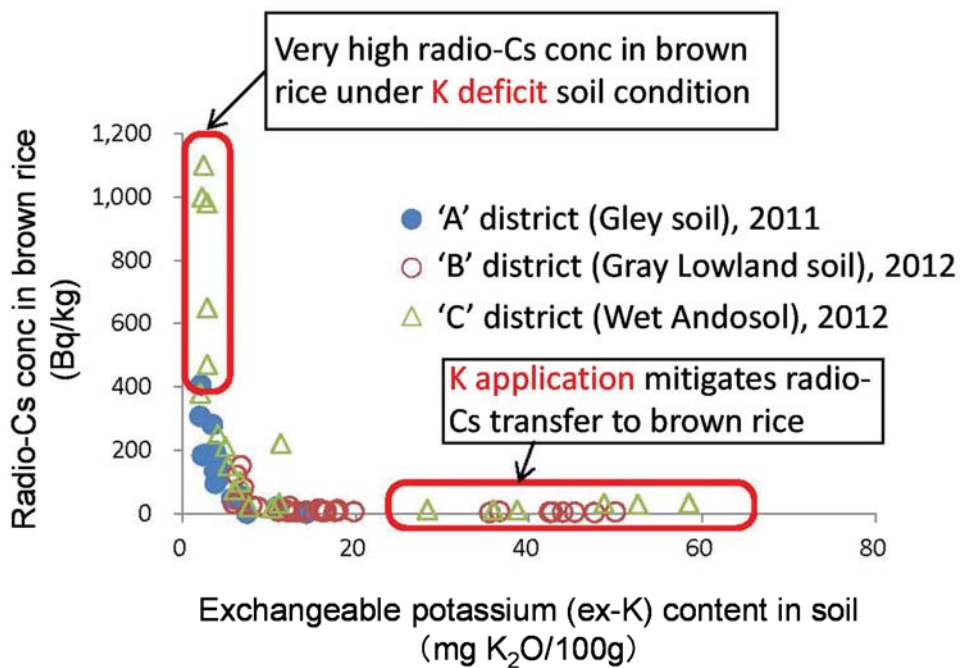
# Radio-Cs conc in brown rice versus soil

(produced in 2012 in Fukushima)



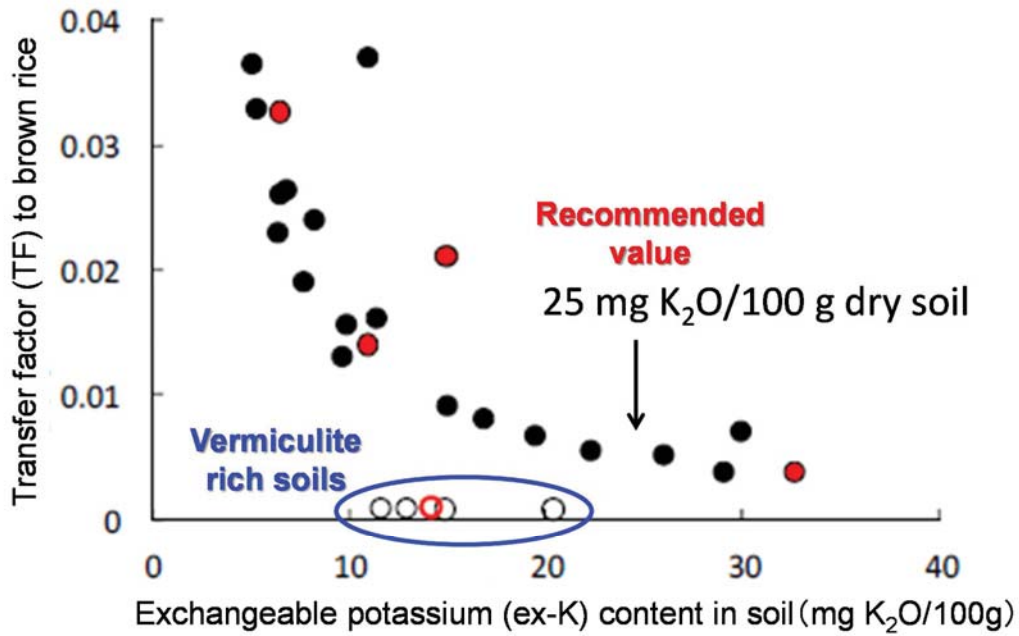
MAFF et al (2014)

# Soil ex-K mitigates radio-Cs conc in brown rice



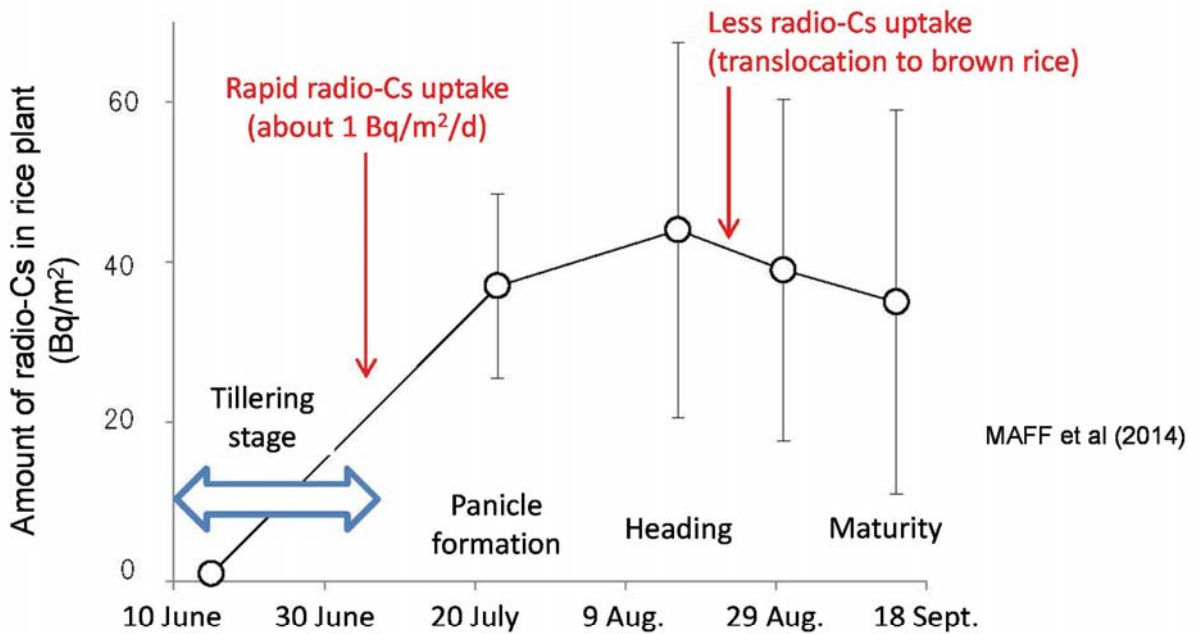
MAFF et al (2014)

## Soil ex-K mitigates TF to brown rice



NARO (2011), MAFF et al (2014)

## Temporal changes in radio-Cs uptake rate by rice

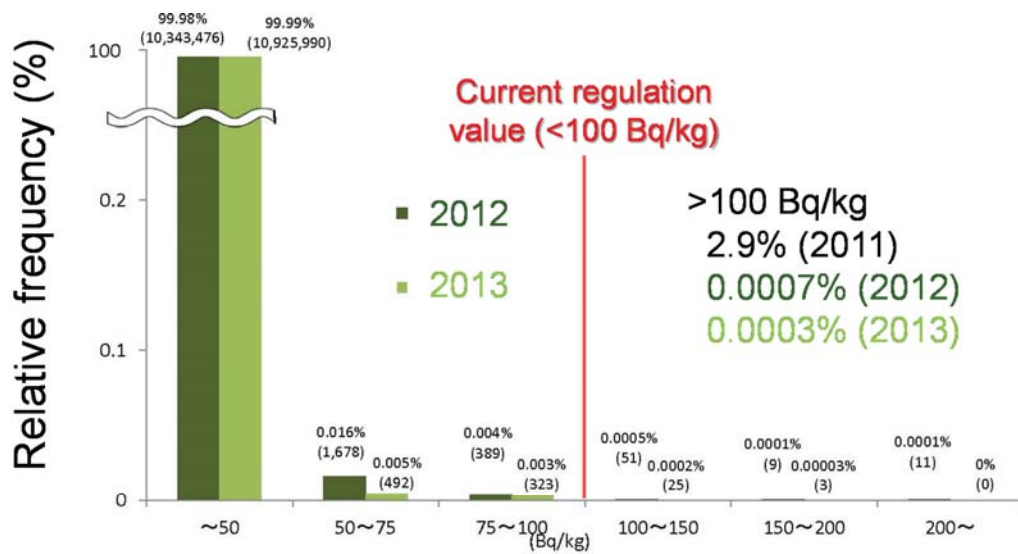


MAFF et al (2014)

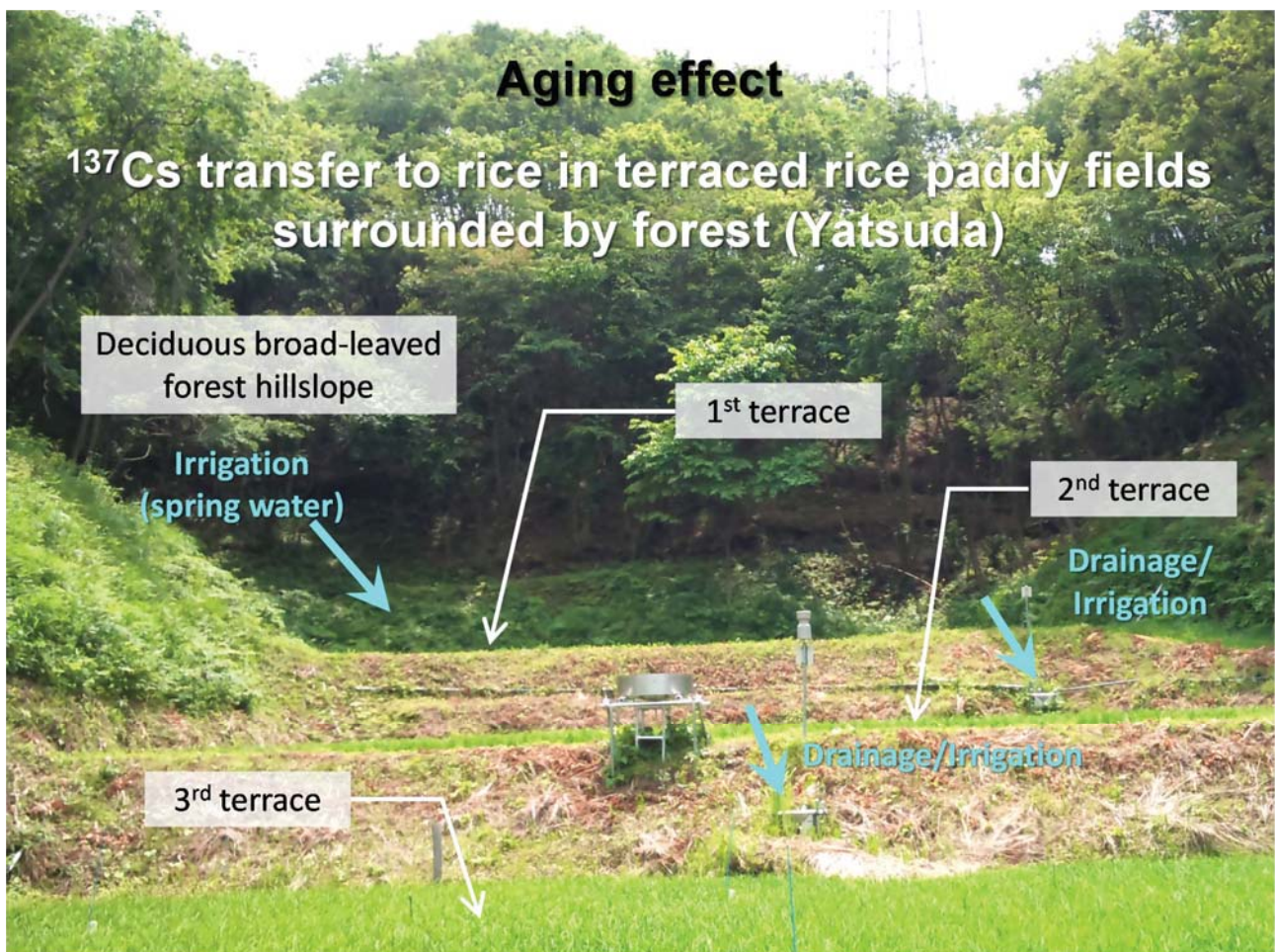


Gley soil  
Ex-K<sub>2</sub>O : 3.0 mg/100g dry soil  
Radio-Cs: 2355 Bq/kg

## Relative frequency distribution of radio-Cs conc in brown rice produced in Fukushima



MAFF et al (2014)



# Aging effect: $^{137}\text{Cs}$ transfer to brown rice

Terraced rice paddy fields surrounded by forest (Yatsuda)

	Soil	Brown rice	
	2011*	2011*	2012*
		Bq/kg	
1st terrace	2000	200	160
2nd terrace	1700	290	160

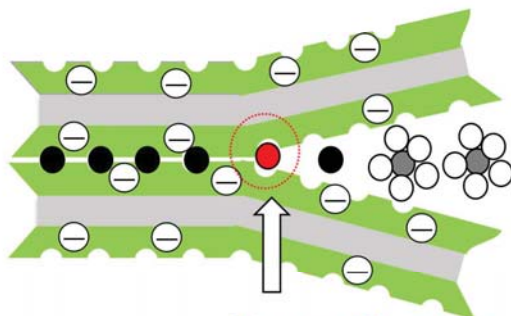
\* Fujimura et al (2014)

TF of  $^{137}\text{Cs}$  for brown rice has decreased year by year

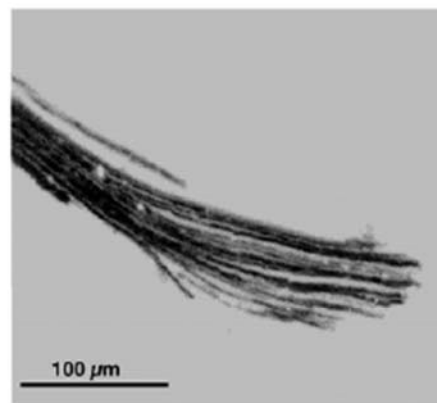
TF of  $^{137}\text{Cs}$  for brown rice is the lowest among the other parts of rice body; i.e., (polished rice <) brown rice < rachis < husk < straw (stem & leaves)  $\approx$  roots

## 2. Long-term perspective for $^{137}\text{Cs}$ uptake

*Importance of soil properties*

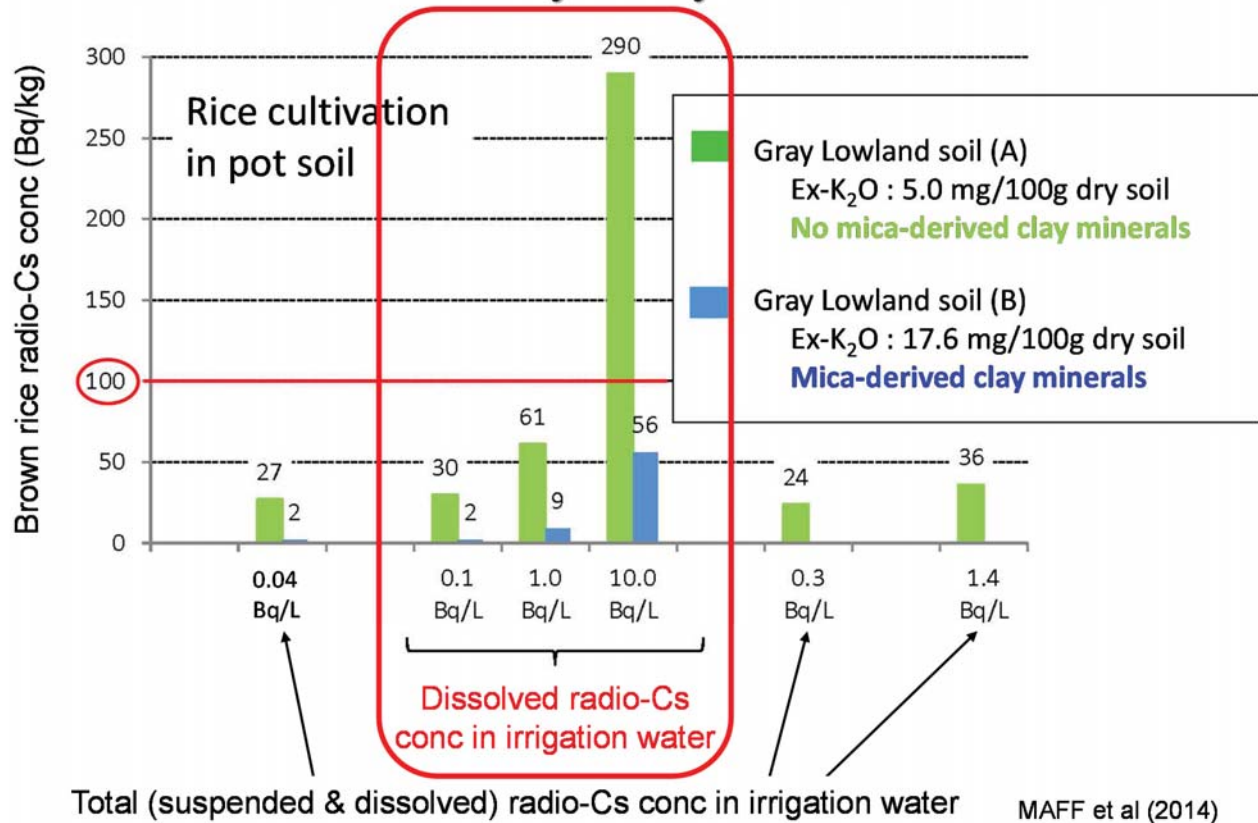


**Frayed edge site**



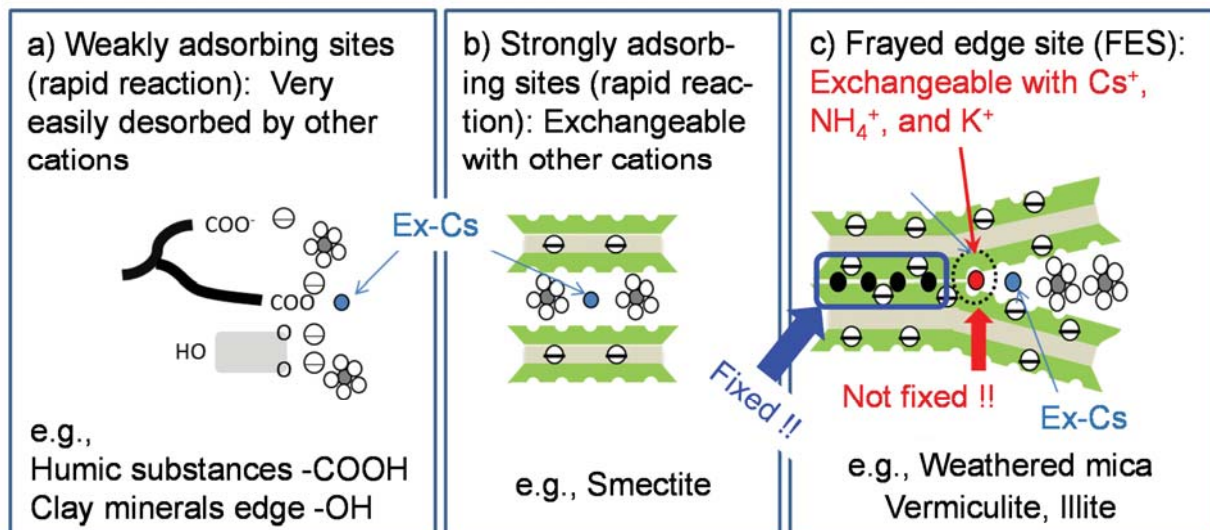


## Dissolved radio-Cs very easily transfer to brown rice



## Distribution & characteristics of radio-Cs in soil

- 1) Living or dead organisms: Emit soluble Cs by mineralization
- 2) Soil liquid (dissolved form): Easily absorbed by crops
- 3) Soil solid (exchangeable or fixed form): See below



Modified from Yamaguchi N (2012)

# Quantifying high affinity of $^{137}\text{Cs}^+$ to FES

## Radiocaesium Interception Potential

$$\text{RIP} = K_c^{\text{FES}}_{(\text{Cs-K})} \times [\text{FES}]$$

**Selectivity coefficient of Cs to K for FES ( $\cong 1000$ )**
**Amount of FES per 1 kg soil**

### Measurement:

- Mask negative charges other than FES by high conc  $\text{Ca}^{2+}$
- Add  $\text{K}^+$  to be adsorbed to FES
- Competitive adsorption between radio- $\text{Cs}^+$  &  $\text{K}^+$

Cremers et al. (1988) Nature

## Log TF vs log RIP relationship

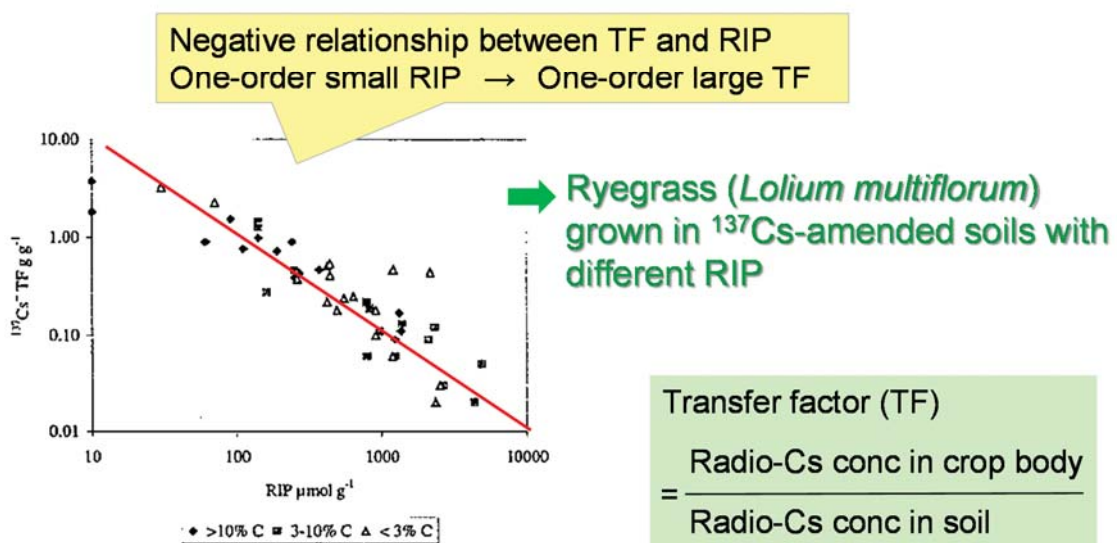
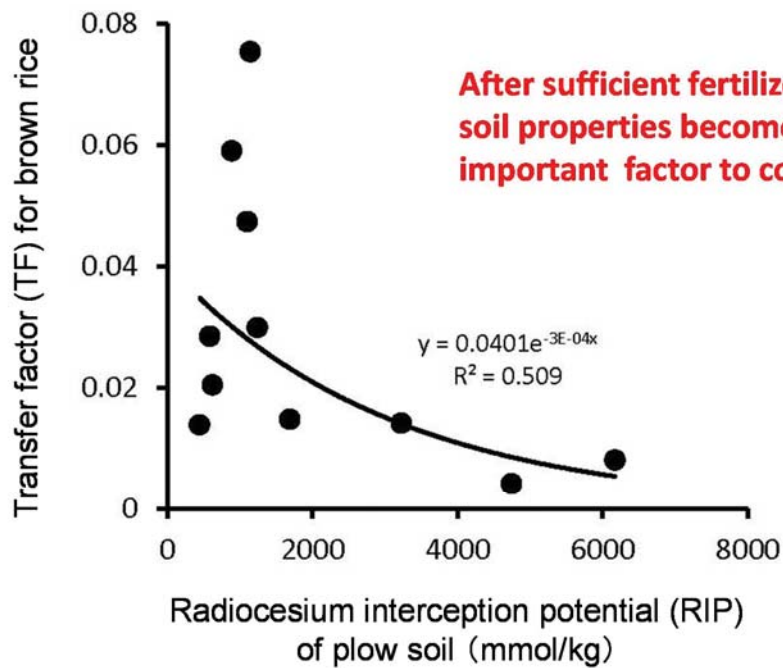


FIGURE 2. Log-log plot of rhizospheric  $^{137}\text{Cs}^+$  transfer factor (TF) versus the radiocaesium interception potential (RIP) in soil. The different symbols refer to the different categories of carbon content.

# RIP as an indicator of TF

(for brown rice produced in K rich soils in 2011, Fukushima)



MAFF et al (2014)

## 3. Distribution coefficient $K_d$

*Variations and influence of water qualities*



# Radio-Cs monitoring at farmlands & rivers in Fukushima

Rice paddy, upland vegetable, orchard, grassland, non-cropped rice paddy fields, etc.



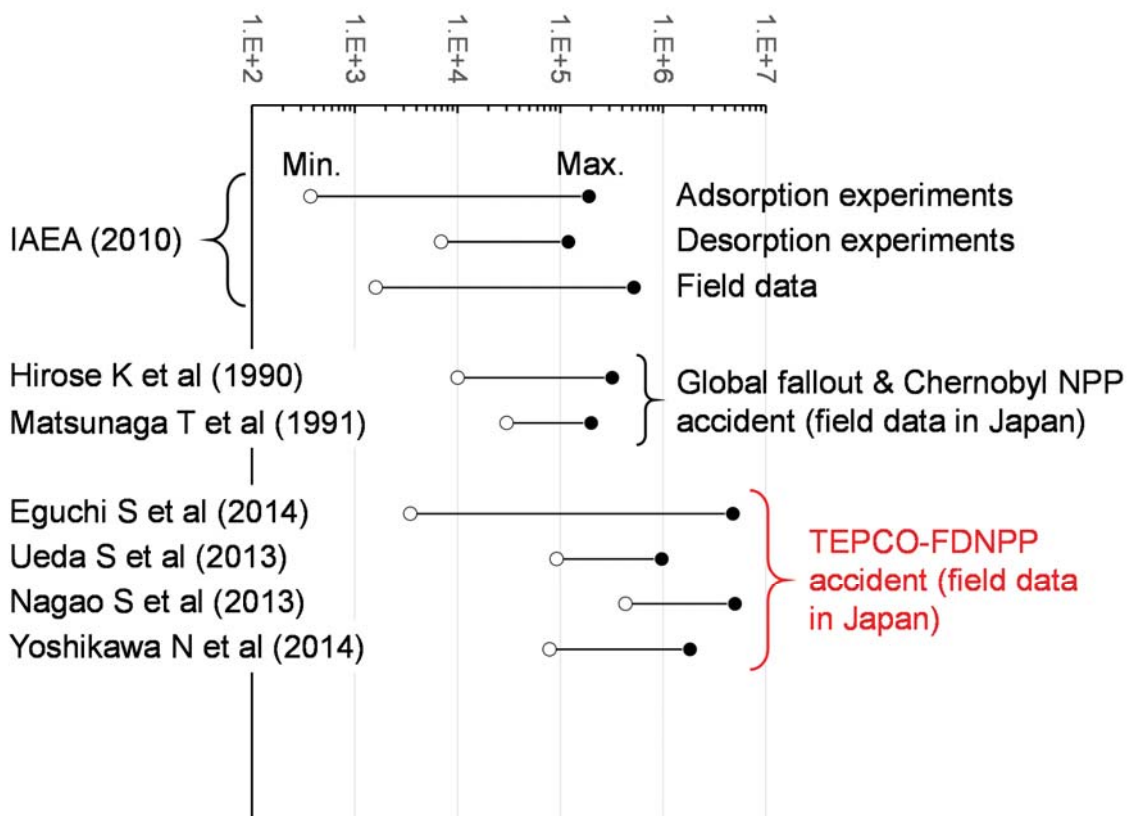
Separate dissolved & suspended radio-Cs by membrane filter with a pore size of 0.025  $\mu\text{m}$



Tile drainage water sampling & flow meter



## Freshwater ecosystem $K_d$ (L/kg)



## 4. Summary

1. Sufficient soil ex-K ( $>25 \text{ mg K}_2\text{O}/100 \text{ g dry soil}$ ) is effective to decrease radio-Cs conc in brown rice (TF  $<0.01$ ). Fertilizer K application at early stage is recommended.
2. Dissolved radio-Cs is easily absorbed by rice; however, irrigation waters of  $<1 \text{ Bq/L}$  had limited effects on brown rice radio-Cs conc.
3. Relatively lower TF for brown rice ( $>$ polished rice) than for rachis, husk, stem & leaves, and roots.
4. TF for brown rice has decreased year by year.
5. RIP is a useful indicator for predicting TF from soils in which sufficient fertilizer K is applied.
6. Freshwater ecosystem  $K_d$  values in IAEA (2010) are too small; i.e., 1~2 orders smaller than those determined in Japan after 2011 TEPCO-FDNPP accident.

**農業環境と放射能汚染**

このウェブサイトは、土、水および農作物などの農業環境の放射能汚染に起因する健康、研究開発や経済発展を促進するものです。放射能汚染についての最新に関する情報を集約・整理して、分かりやすく伝えることを目指しています。管理・運営は、(独)農業環境放射能研究所が行っています。

トップページ 研究成果 用語集 刊行物 国際情報 関連リンク ギャラリー お問い合わせ

**環境放射能観測圃場**

この圃場で測定している放射能濃度は圃場内の放射能濃度とほぼ等しいと考えられています。圃場内の放射能濃度は、圃場の土壌中の放射能濃度とほぼ等しいと考えられています。圃場の土壌中の放射能濃度は、圃場の土壌中の放射能濃度とほぼ等しいと考えられています。

**新着情報**

- 2014/09/17 日本作物学協会 第33回日本作物学協会学術大会政策に放射性物質関連議題が掲載
- 2014/09/16 農研機構 農研機構ニュースに「放射性物質による玄米の交差汚染を防ぐ稲留圃場の活用」が掲載
- 2014/09/12 農研機構 農研機構ニュースに「平成25年度東北農業研究センターが放射性物質関係の研究が掲載
- 2014/09/11 農研機構 農研機構ニュースに「第10回放射性物質シンポジウム「聞いてみよう！福島県の放射能のレベルをどうにかしよう」が掲載
- 2014/09/09 農研機構放射能研究所 第10回放射性物質シンポジウム「聞いてみよう！福島県の放射能のレベルをどうにかしよう」が掲載

**おすすめの情報はこちら**

- 放射能汚染 「農地土壌の放射性物質濃度分布図」の作成について
- 放射能汚染 放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について
- 放射能汚染 放射性セシウム濃度の高い大豆が発生する要因とその対策について
- 放射能汚染 放射性セシウム濃度の高いそばが発生する要因とその対策について
- 放射能汚染 土壌-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因
- 放射能汚染 土壌-作物系における放射性セシウムの挙動

**放射能と農業について情報検索**

<b>研究成果</b> 01	<b>用語集</b> 02
農業環境における放射能汚染に関する研究成果はこちら	農業環境と放射能に関する用語はこちら
<b>刊行物</b> 03	<b>国際情報</b> 04
ガイドライン、研究報告書、研究会の報告書などはこちら	IAEA、ICRP、コーデックス委員会 関連情報はこちら
<b>関連リンク</b> 05	<b>ギャラリー</b> 06
基礎知識やQ&A、図表、力強いリンク集はこちら	放射能や放射性物質などの写真はこちら

東京農工大学 福島農業復興支援プロジェクト

ふくしま未来 福島県の玄米全量・全袋検査結果

サイトポリシー | 著作権・リンク | Copyright © 2017 Webサイト「農業環境と放射能汚染」運営事務局 All right reserved.

Webサイト「農業環境と放射能汚染」運営事務局 (独) 農業環境放射能研究所 研究センター内  
 〒305-8604 茨城県つくば市観音堂3-3 FAX 029-839-8148  
 e-mail: aerap@nri.affrc.go.jp URL: http://aerap.dc.affrc.go.jp/



Please visit our web-site:  
 'Agro-Environment and Radioactive Contamination'  
<http://aerap.dc.affrc.go.jp/>



Thank you for your attention!