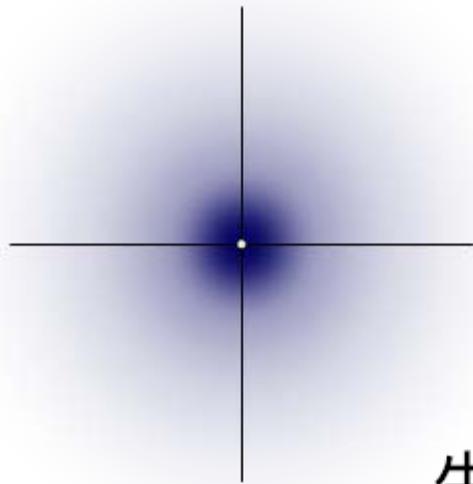


水田湛水による周辺環境の 放射線量低減の試み



生物・環境工学専攻 水利環境工学研究室
福島復興農業工学会議 久保 成隆

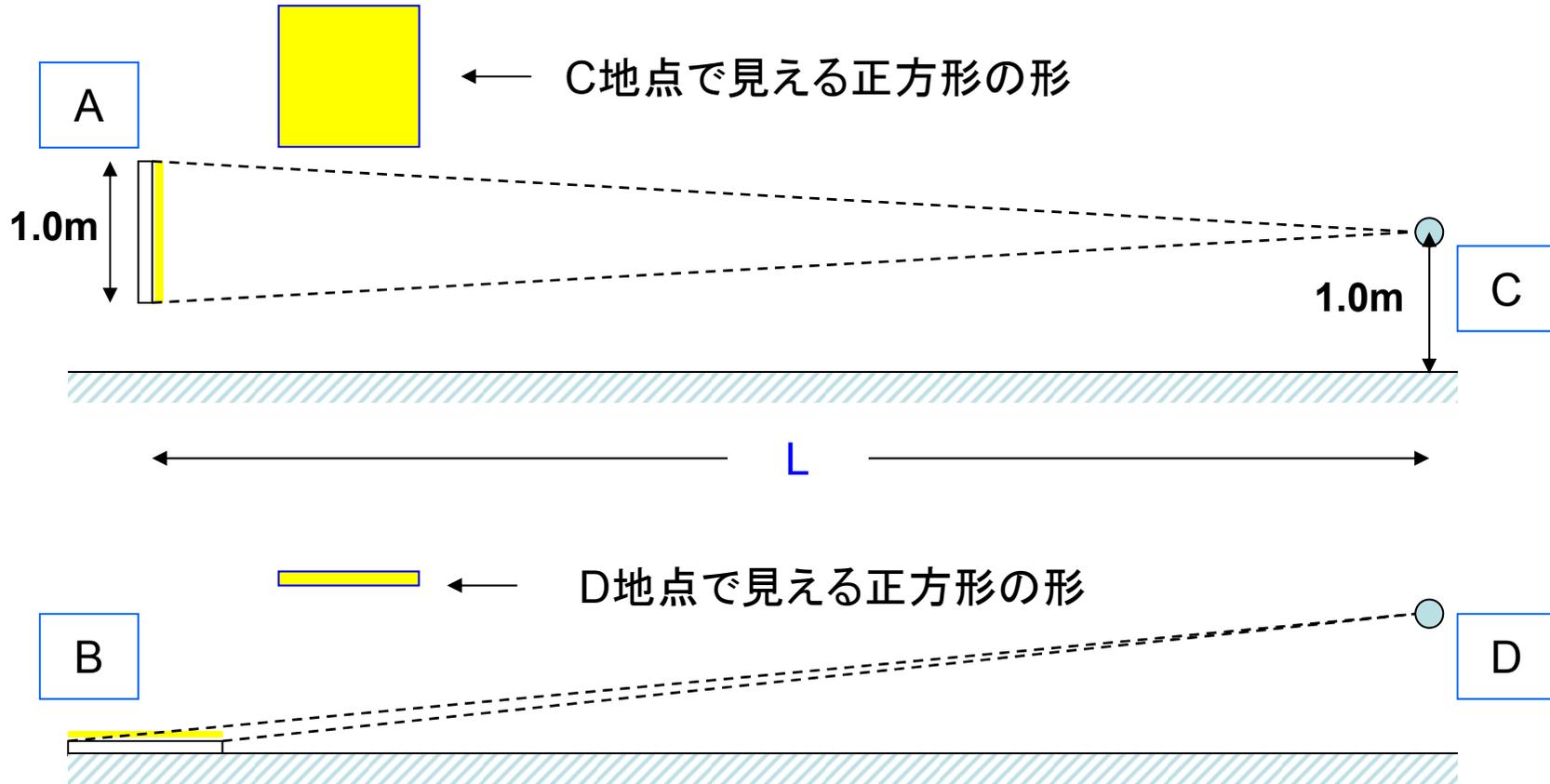
空間放射線量

一辺が1mの正方形上に **放射性物質が一様に付着**

A地点: 正方形を地面に垂直に置く

B地点: 正方形を地面の上にそのまま置く

C地点とD地点での空間放射線量は？



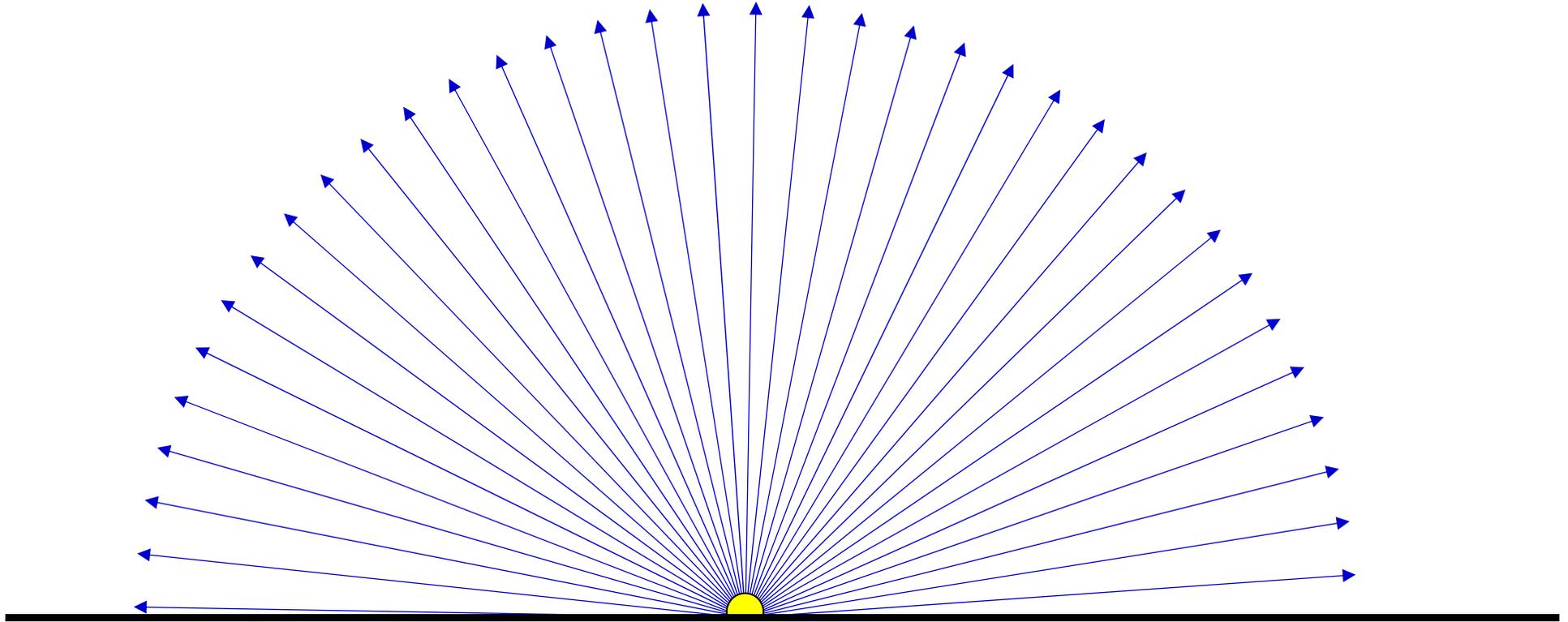
空気による減衰

L=10m → 0.91

L=20m → 0.82

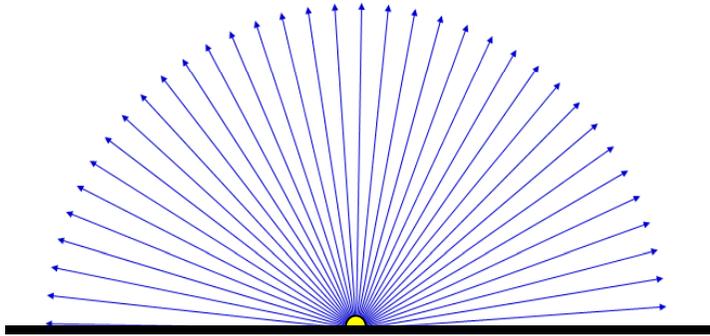
C地点とD地点での空間放射線量は同じ強さです

ガンマ線放射のイメージ図

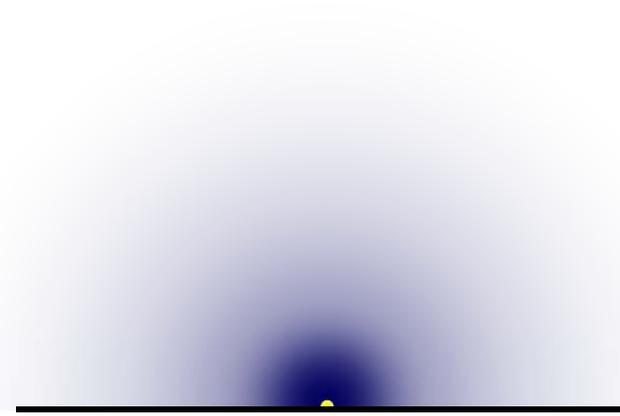


ガンマ線は弾丸の様に、あらゆる方向に同じ確率で放射される

中央部に点源
(イメージ)

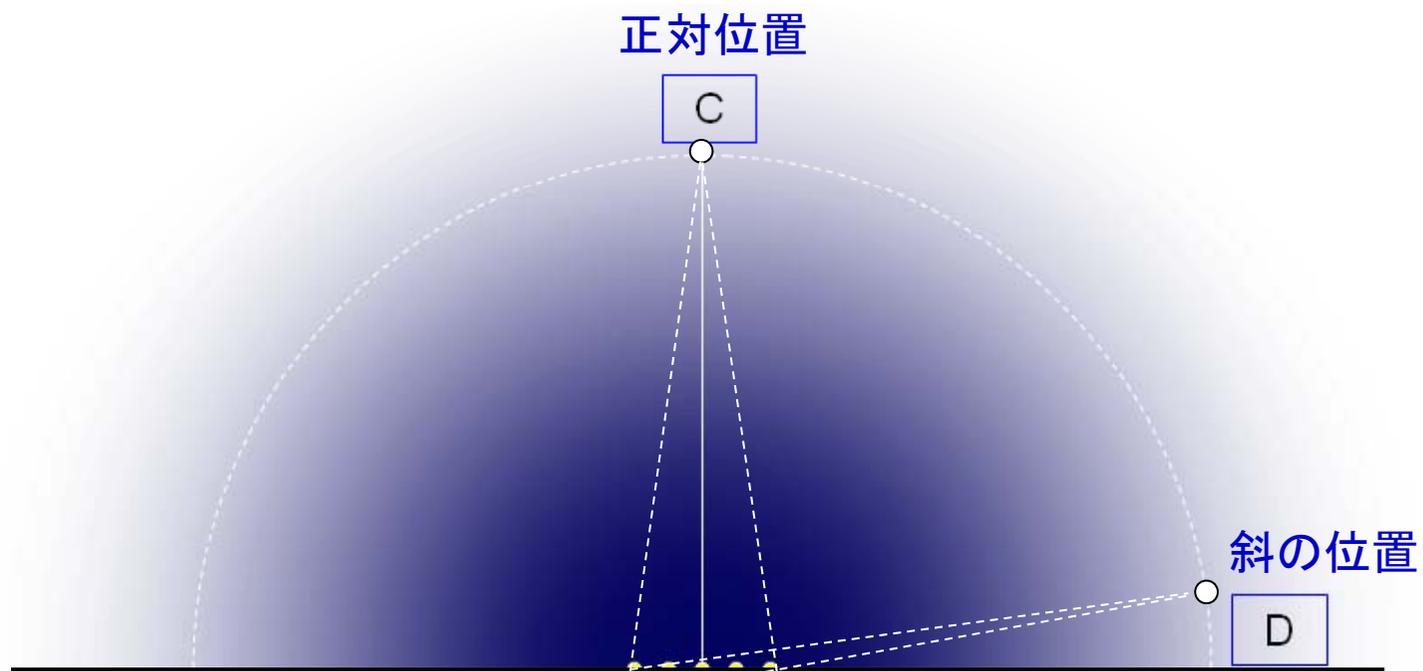


時間平均すると、あらゆる
方法に等しく放射される。



ある点を放射線が通過する
確率を濃度で表現する。
その確率は点源からの距離の2乗に反比例する。

5つの点源をずらして重ねる

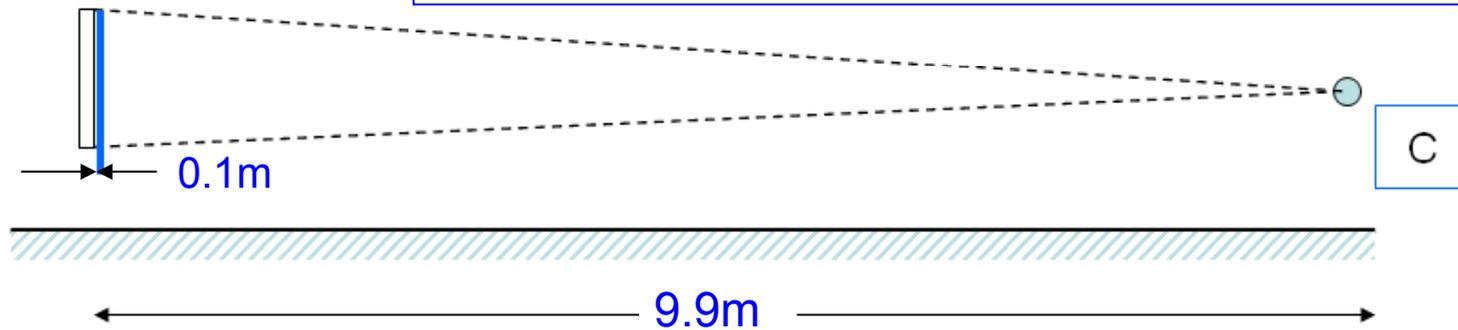


距離が等しければ、方向にはほとんど影響されない。

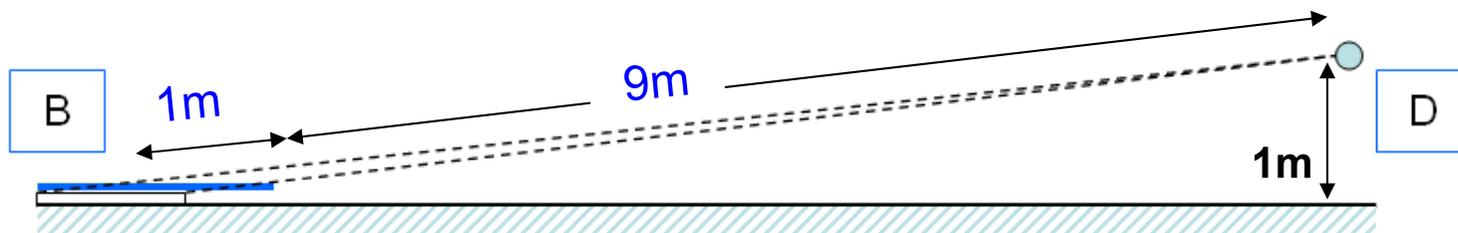
空間放射線量 (10cmの水の層で被覆)

A

水による減衰 + 空気による減衰
 $T(=0.1\text{m}) + L(=9.9\text{m}) \rightarrow 0.425 \times 0.907 = 0.385$



水による減衰 + 空気による減衰
 $T(=1\text{m}) + L(=9\text{m}) \rightarrow 0.000192 \times 0.915 = 0.000176 = 1/5,700$

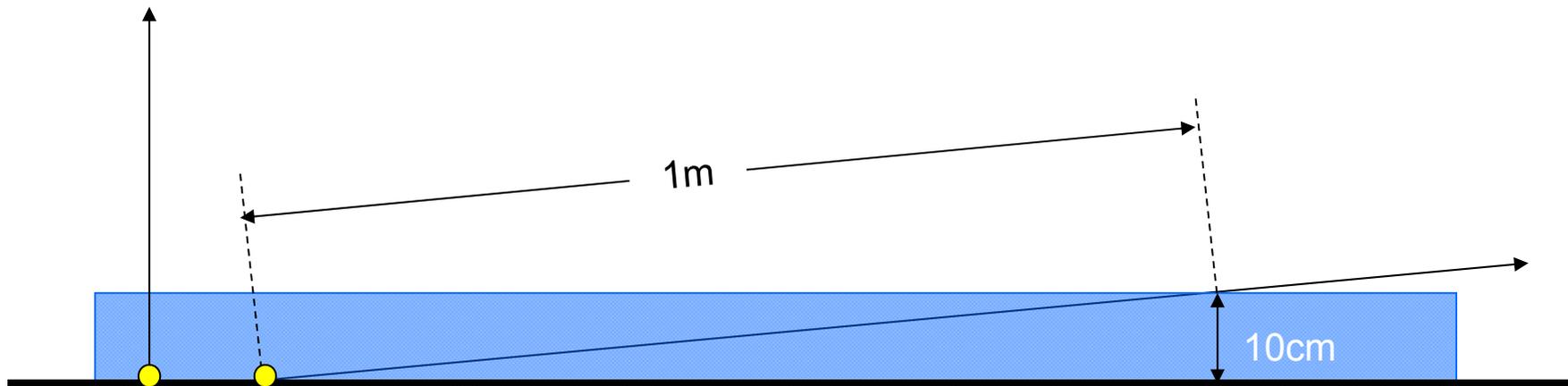


^{137}Cs γ 線の $1/2$ 減衰長
水: $x_{1/2} = 8.1 \text{ cm}$
空気: $x_{1/2} = 70 \text{ m}$

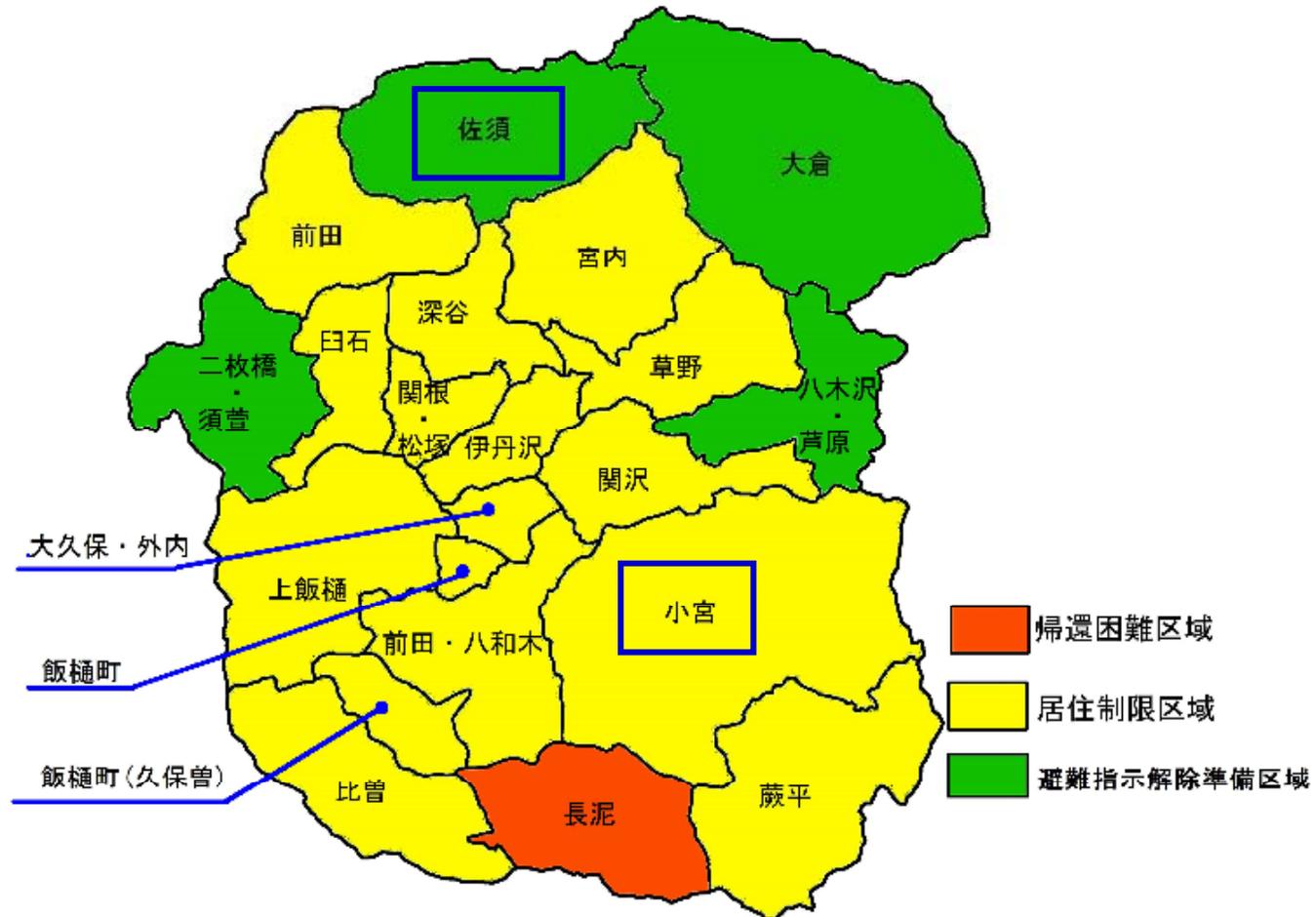
水の層厚と減衰率

10cmでは $0.5^{(10/8.1)} = 0.425$

1mでは $0.5^{(100/8.1)} = 0.000192$



現地実験の実施地区（佐須と小宮）



飯館村災害情報サイトより

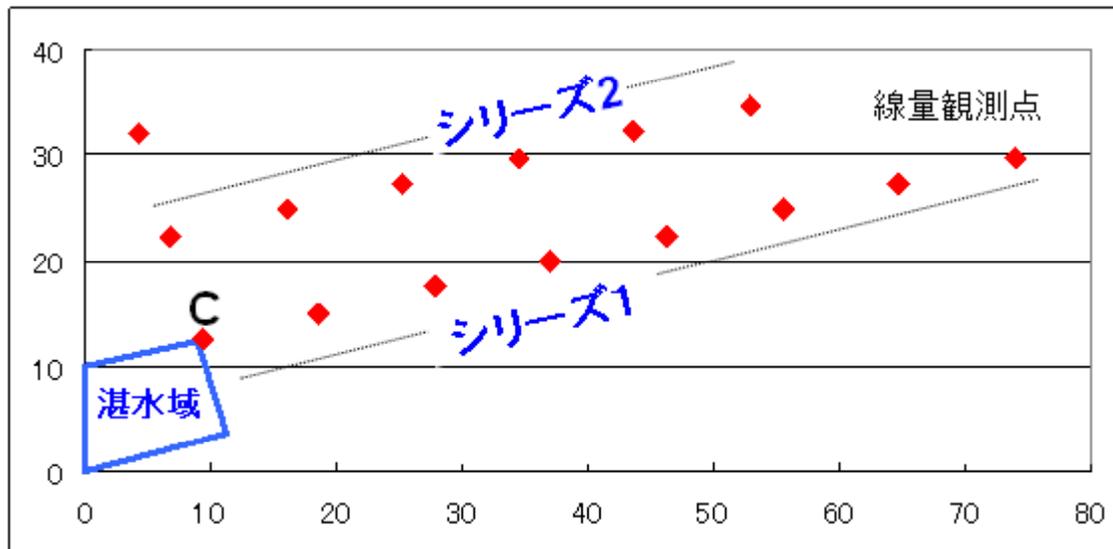
第1回目の湛水実験

2011.12.3~4

前日, 降雨により部分湛水



当日, 6cmまで湛水

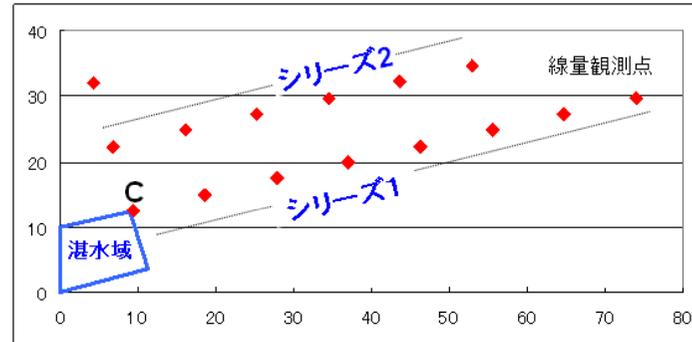


- ・観測点は, C地点を基準にして10m 間隔で距離による効果を見る
- ・湛水深が0と6cmのときの減少量の差を見る
- ・C地点での放射線量の時系列変化を見る

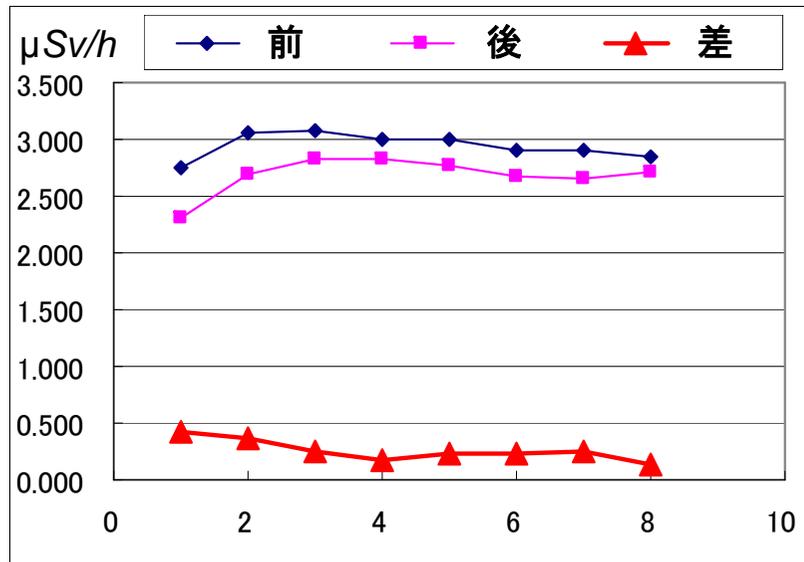
結果1

第1回目の湛水実験 2011.12.4

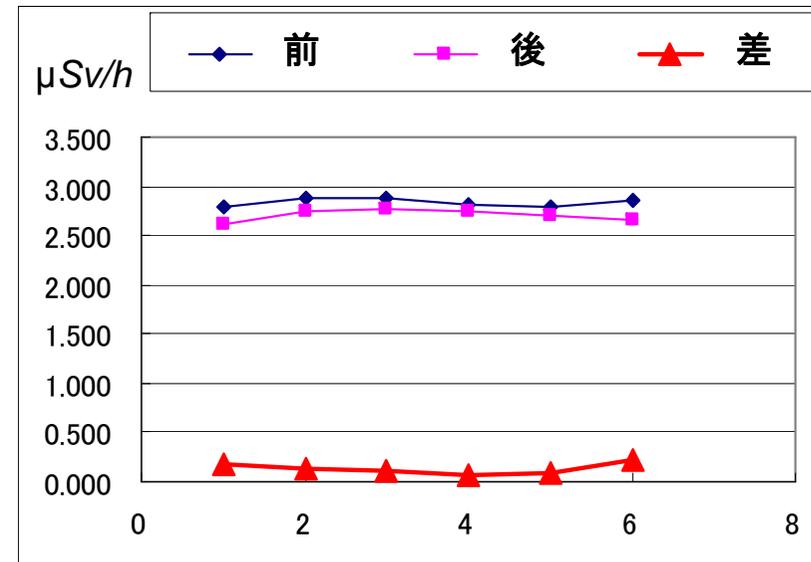
湛水深 6cm



シリーズ 1 (湛水前後の比較)

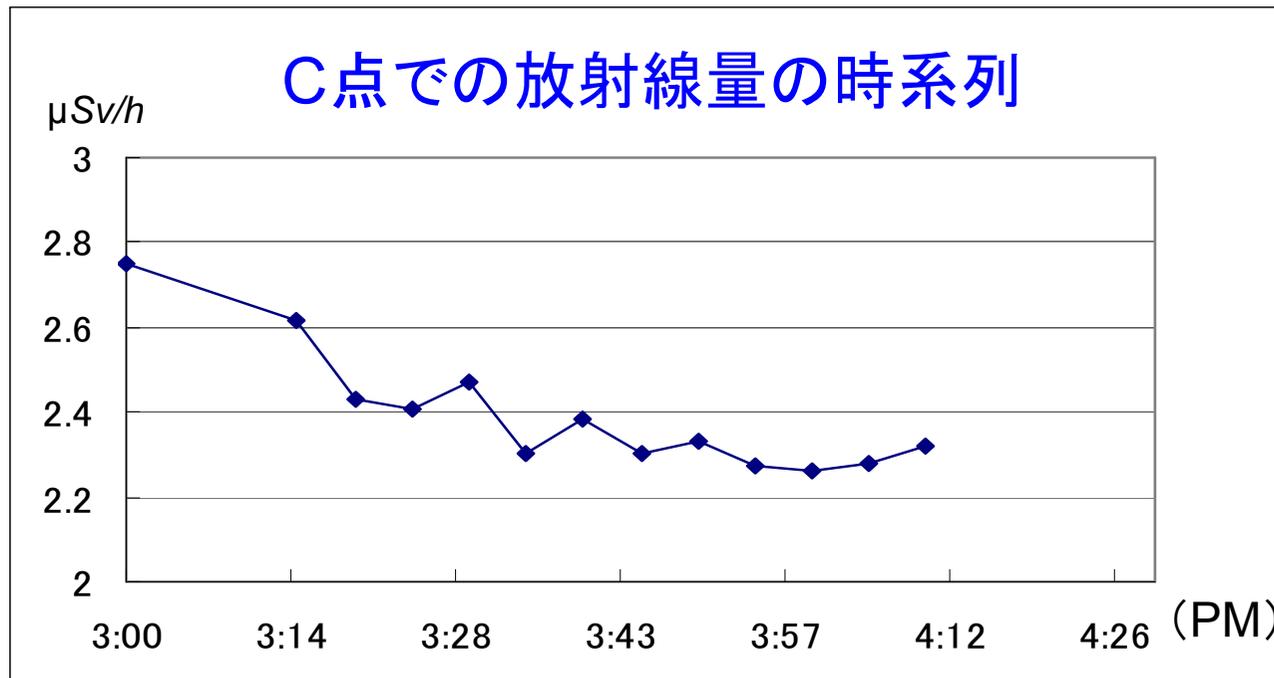
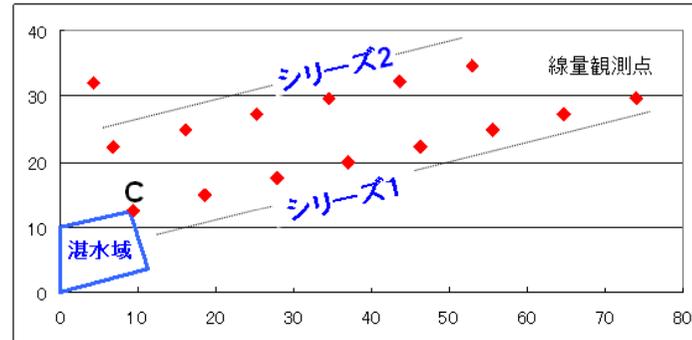


シリーズ 2 (湛水前後の比較)



結果2

第1回目の湛水実験 2011.12.4



湛水深は、漏水
のため直線的に
は増加せず

1. 定性的に湛水効果を確認できた
 - 定量的な観測が必要
 - 広域での観測が必要
2. 前日が大雨のため、放射線量は既に低下していた
 - 長時間の観測が必要
3. 漏水のため、湛水深を6cm以上にできなかった
 - 代掻きや畔塗り等が必要
4. 線量計の値の変動が激しい
 - 高精度の線量計で長時間観測が必要



再実験が必要

第2回目の湛水実験 2012.6.30～8.25

水田代掻きと湛水による放射線量低減効果に関する現地実験

水の層による線量率減衰以外の効果

耕起効果:

Csを均等分布させ、耕土自身で線量率を低減させる効果

代掻き効果:

飽和土壌水によって線量率を低減させる効果

+ 浸透量を抑え湛水状態を長時間維持する効果

土埃の飛散抑制効果:

Csを吸着した土埃の飛散を抑制する効果

雑草抑制効果

動物侵入抑制効果

10台の線量計の配置図

第2回目の湛水実験
2012.6.30～8.25



測定地点は5箇所
1箇所につき1mと1.8mの高さで観測

水田湛水の作業日誌と水深管理日誌(菅野さん)

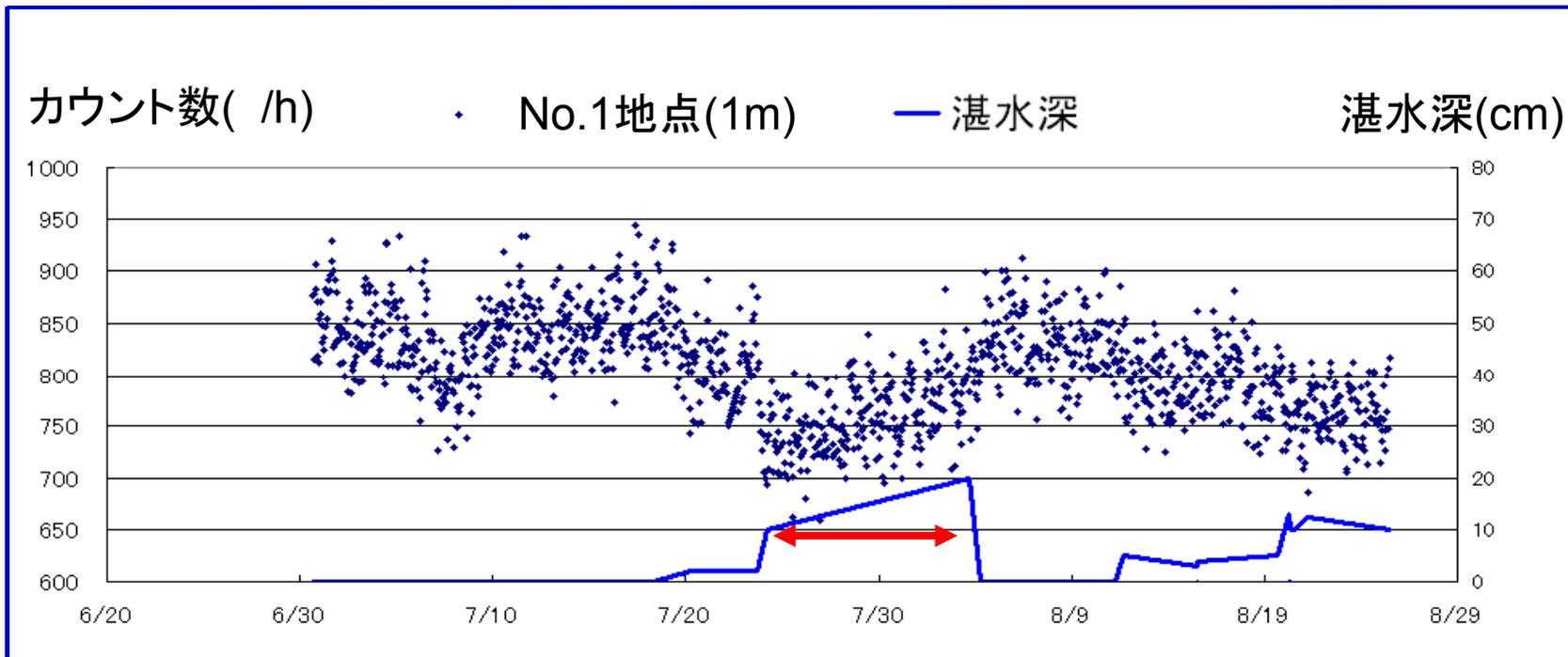
作業日誌

6月30日:電気牧柵設置作業
7月5日:水田周囲草刈り作業
7月8日:電気牧柵修理作業
7月11日:耕耘作業
7月18日:水入
7月20日:代掻き作業
7月21日:畦シート設置作業
(水深安定化対策)
7月23日:水入れ開始(夕方)
7月24日:水深10cm達成(朝)

水田水深管理日誌

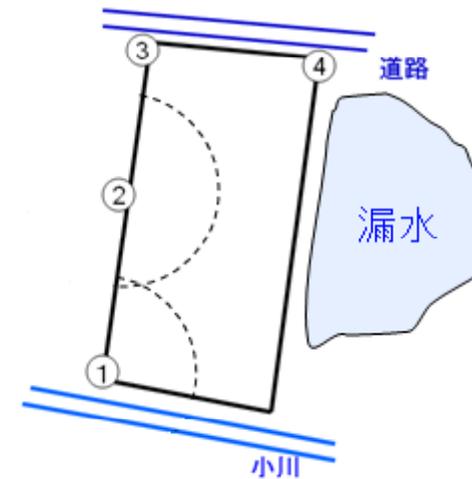
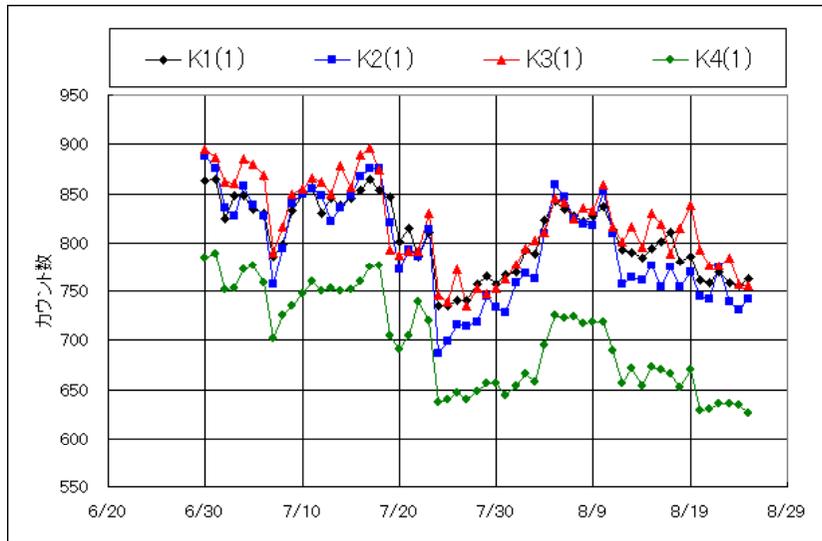
8月3日夕方:排水作業(水深20 → 0cmへ)
8月4日朝:まだらに水ある程度まで下がる
8月11日朝:取水作業(水深0~5cmへ)
8月11日夕方:水深5cmを確認
8月15日昼:水深が約3cm+取水作業
(蒸発と浸透により水深は徐々に低下)
8月19日夕方:取水作業(水深5→10cmに)
8月20日朝:水深13cm+止水
8月20日昼:水深10cmを維持のため取水量調整
8月21日朝:水深12~13cmを確認

線量計のカウント数と水深管理日誌に基づく水深変化

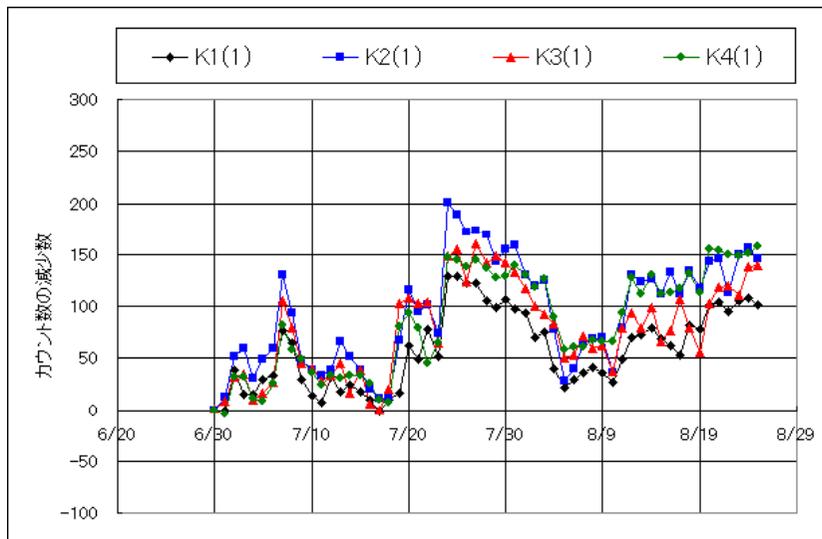


- カウント数の変動が大きい → 24時間平均とする
8月3日の水管理(排水作業:水深20 → 0cmへ)前の水深が不明
→ 水深と線量減少の定量的な関係を求めるのは無理
→ 地点間での関係は可能

放射線量の時系列と初期値からの減少量



線量の減少量



- 900 から 750 or 700まで低下
- ⑤の線量計は途中で転用除去
- ②の減少量が顕著
←影響範囲が大
- ④の減少量が後半顕著
←下側水田へ大量の漏水あり

1. 湛水深と放射線の低減量との大凡の関係が判明
2. 水田の水深を一定に保つことは困難
 - 掛流し方式でない+急な降雨
3. 時間当たりの放射線量の変動は激しい
 - 1日当りにすると変動が減る
4. 角地点より辺地点での減少量は多いが2倍にはならない
 - 影響半径が大きい可能性
5. 標高の低い水田へ漏水が起こりその影響が出る
 - 周囲の水田で同時に水深測定が必要



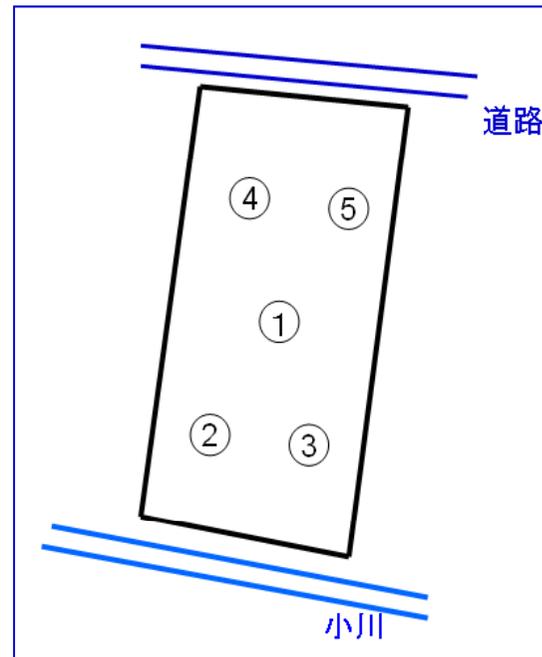
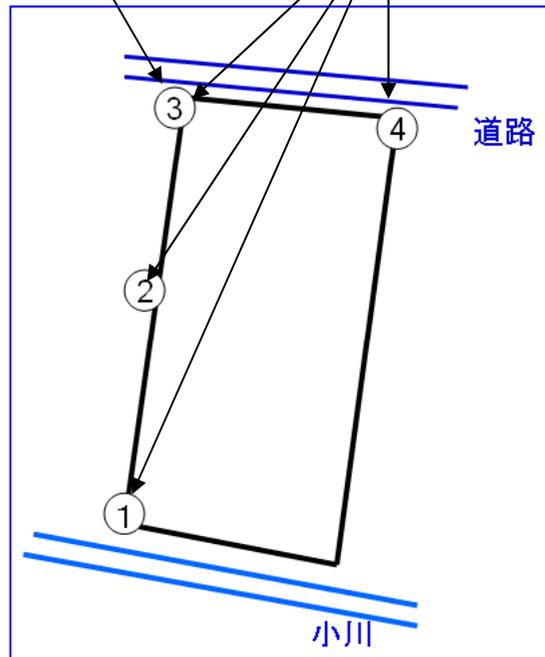
周囲の水環境が変化しない中で水深と放射線量の関係を定量的に観測する必要あり

目的:水深と放射線量の減少量の関係を求める

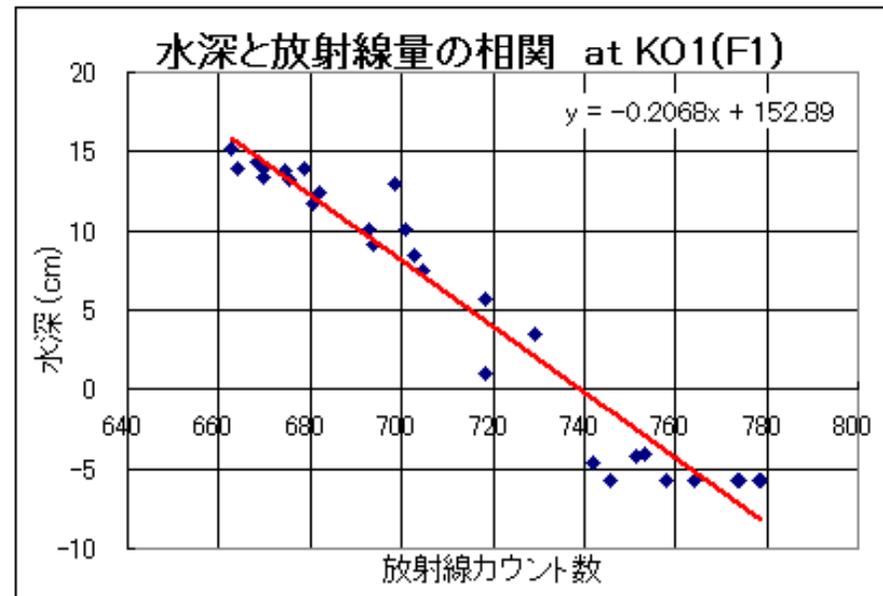
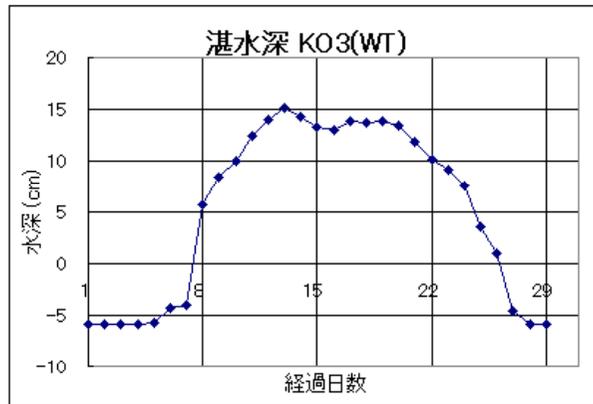
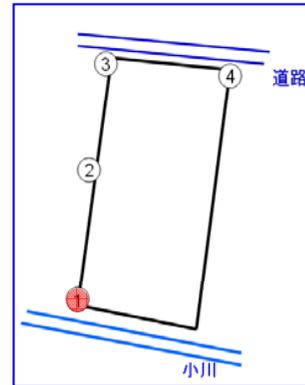
水位観測(1地点)

放射線量観測(4地点)

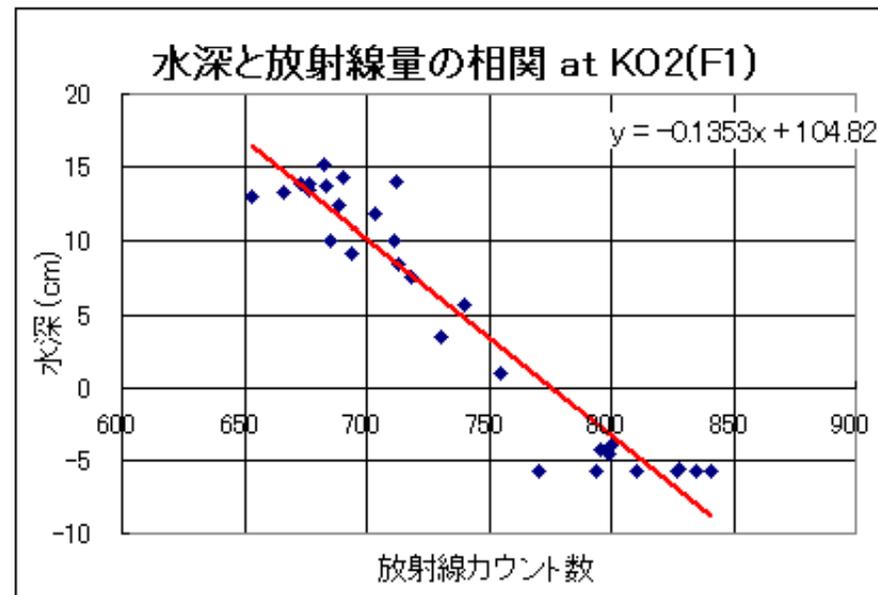
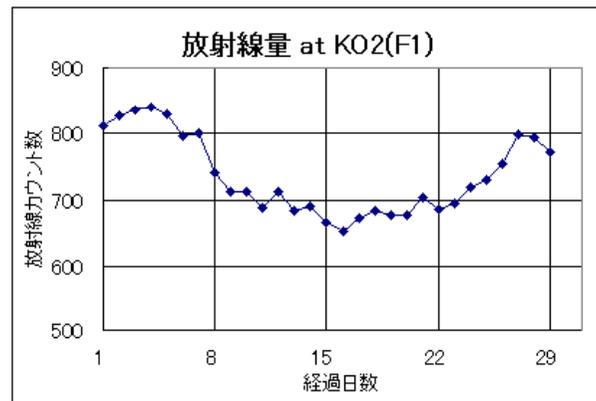
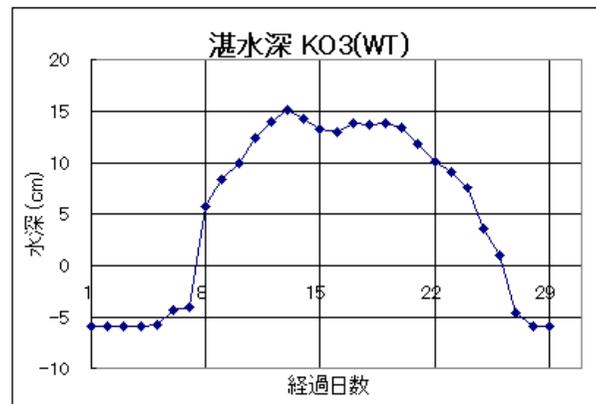
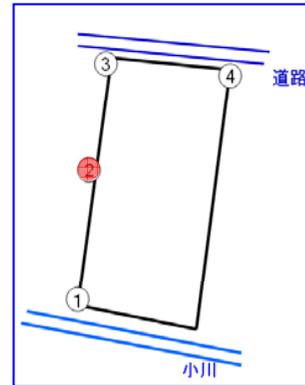
田面標高測定(5地点)
平均的な田面標高を求める



第3回目の湛水実験 2012.10.13～11.10

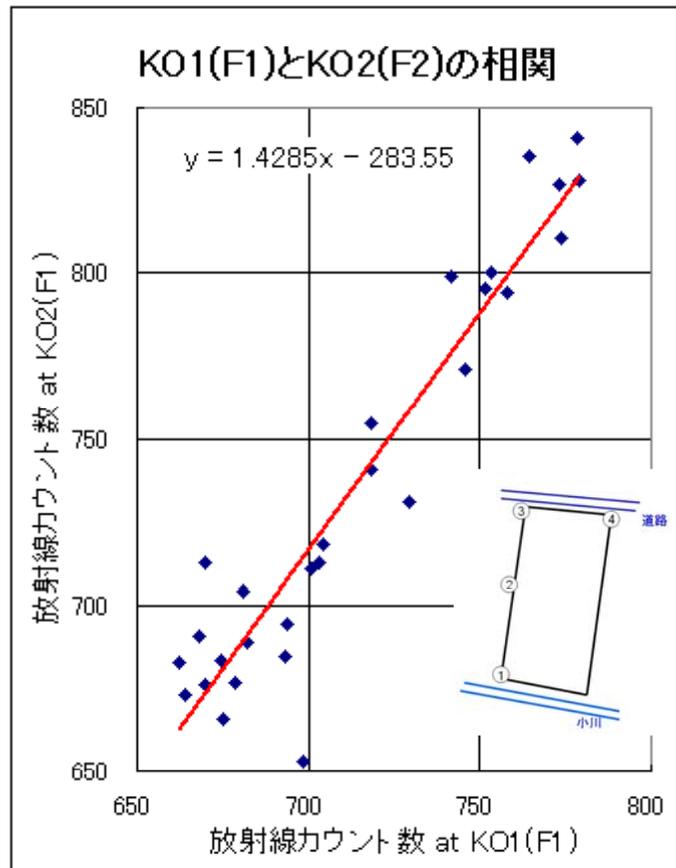


第3回目の湛水実験 2012.10.13～11.10



まとめ

第3回目の湛水実験
2012.10.13～11.10



1. 低減効果は、湛水範囲と湛水深に大きく依存する。
2. 水田周りの観測点における放射線量と湛水深の関係を定量化できた。
3. 辺中央地点での減少割合は、角地点の約1.4倍となった、その検討が課題として残る。

→ 実用化が可能か、規模を拡大して検討する必要あり

第4回目の湛水実験 2013.8.3~11.30

小宮 線量計と水位計の設置地点



小宮線量計3の設置



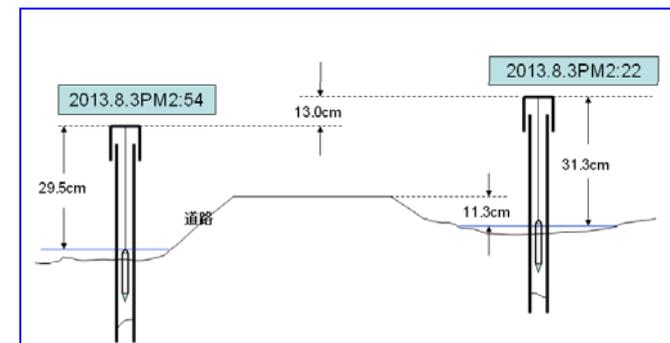
小宮水田 HOB023 の設置



小宮線量計1の設置



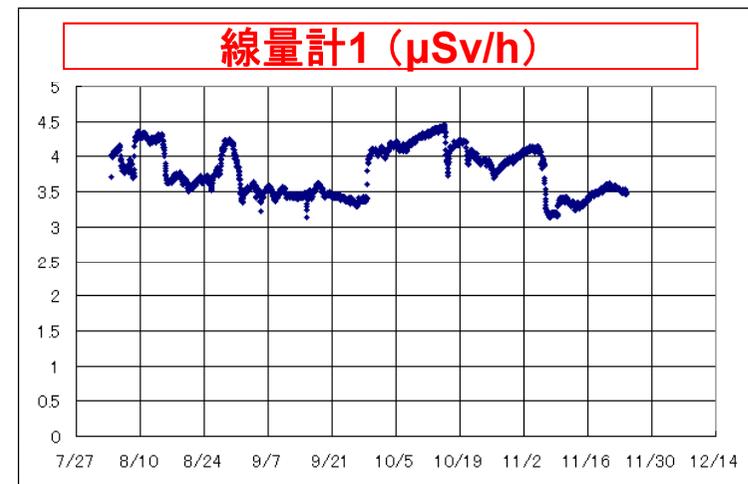
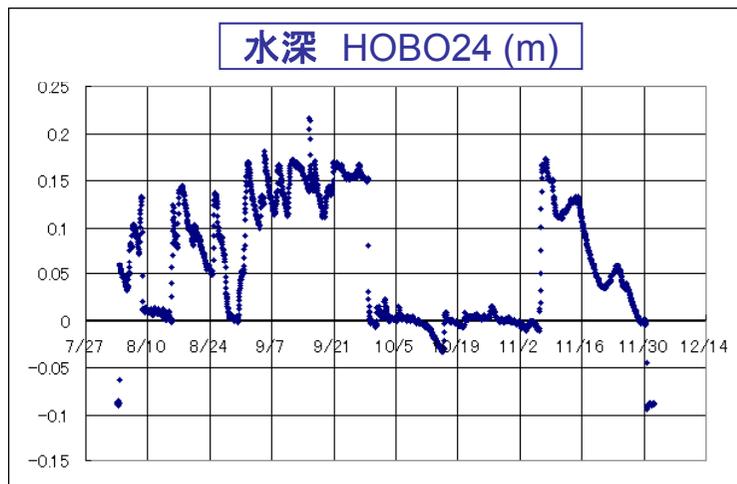
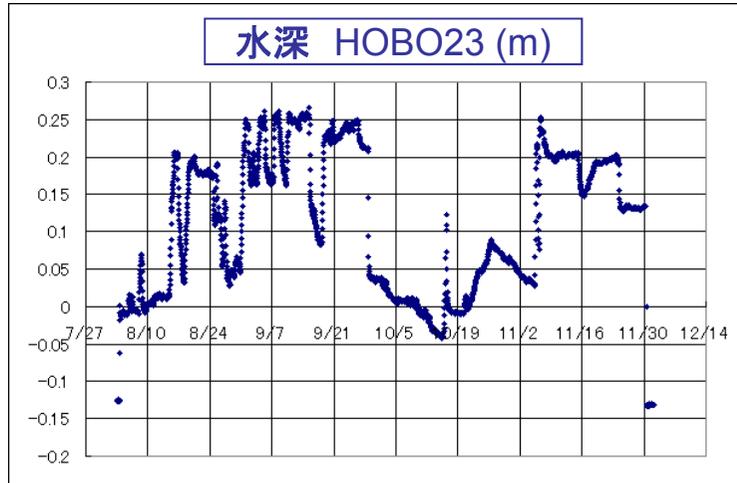
小宮水田 HOB024 の設置



小宮
観測結果

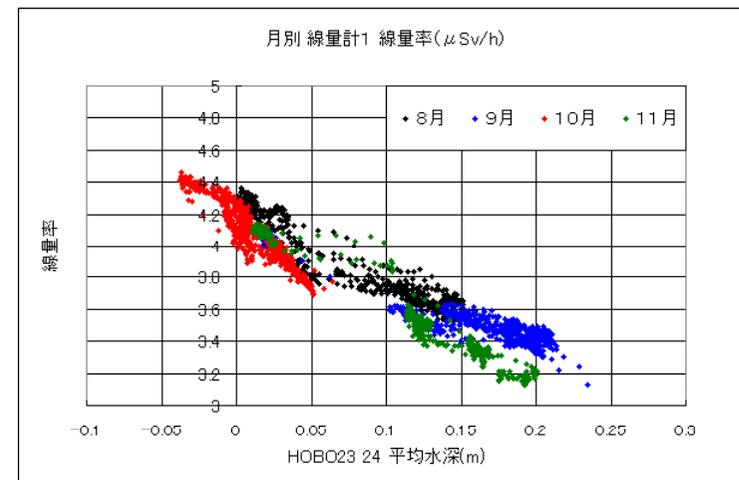
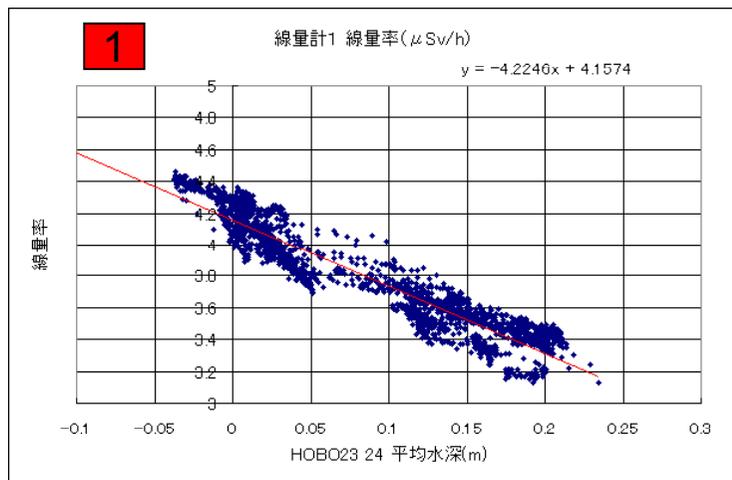
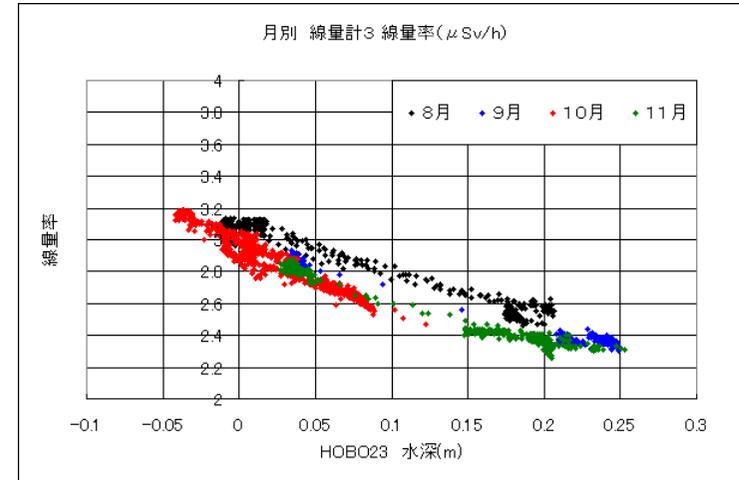
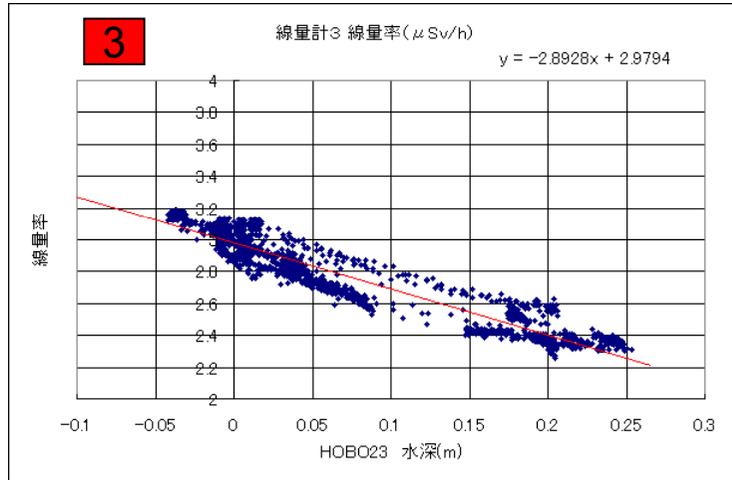


第4回目の湛水実験
2013.8.3~11.30



小宮 観測結果

第4回目の湛水実験 2013.8.3~11.30



まとめ

第4回目の湛水実験
2013.8.3～11.30



小宮線量計3の設置



小宮水田 HOB023 の設置

小宮地区

- ・2枚の水田を湛水させることで、放射線量を低下させることが可能
 - 家前(線量計3) : 3.2 → 2.3 ($\mu\text{Sv/h}$)
 - 道路(線量計1) : 4.4 → 3.2 ($\mu\text{Sv/h}$)
- ・湛水10cmに対して、線量率の低下量は、
 - 家前 : 0.29 ($\mu\text{Sv/h}$)
 - 道路 : 0.42 ($\mu\text{Sv/h}$)
- ・8、9月と10、11月で、0.2 ($\mu\text{Sv/h}$)程度、線量率が低下した。
原因は検討中: 台風時の流出などと推測
- ・更に、湛水深と線量率低下の線形関係を期待できる → 湛水深増の工夫必要
- ・山林で囲まれているので、湛水だけでの線量率低下には限界があるだろう

大沢先生
(宇都宮大学)
観測結果

2013/7/26 飯館村宇都宮大学学長・副学長視察用資料
農学部 大澤 和敏



図3 観測機器の設置状況 (左:真野川, 右:比曽川)

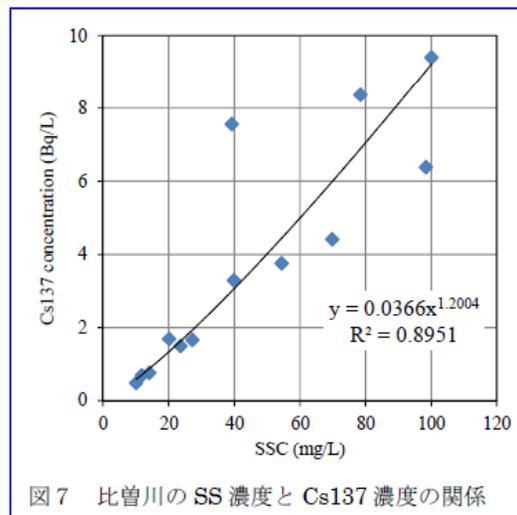


図7 比曽川のSS濃度とCs137濃度の関係

- ・比曽川においては、SS濃度に比例して¹³⁷Cs濃度が増加する。
- ・SS濃度100 mg/Lに対してCs濃度は10Bq/Lである。



濁った渓流水は水田に取水できない。

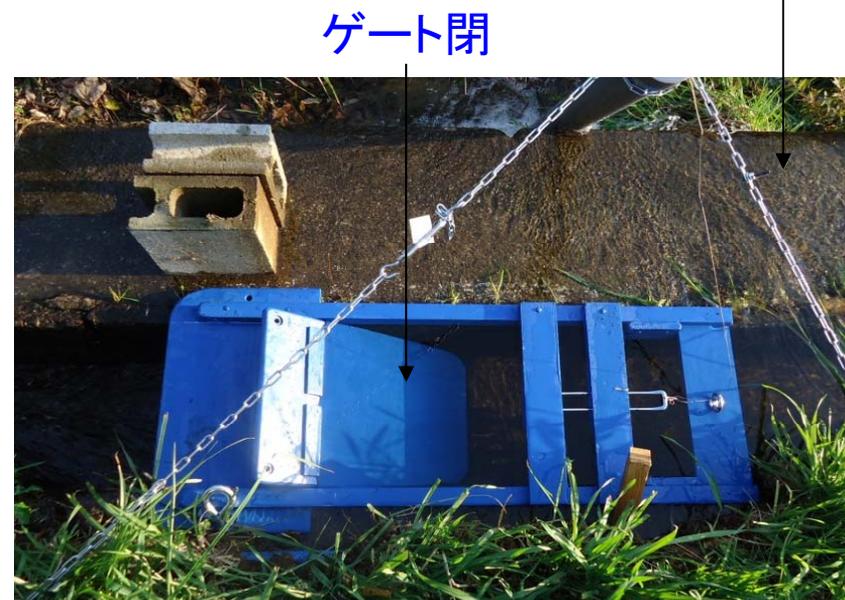
取水遮断ゲート

第4回目の湛水実験
2013.8.3~11.30



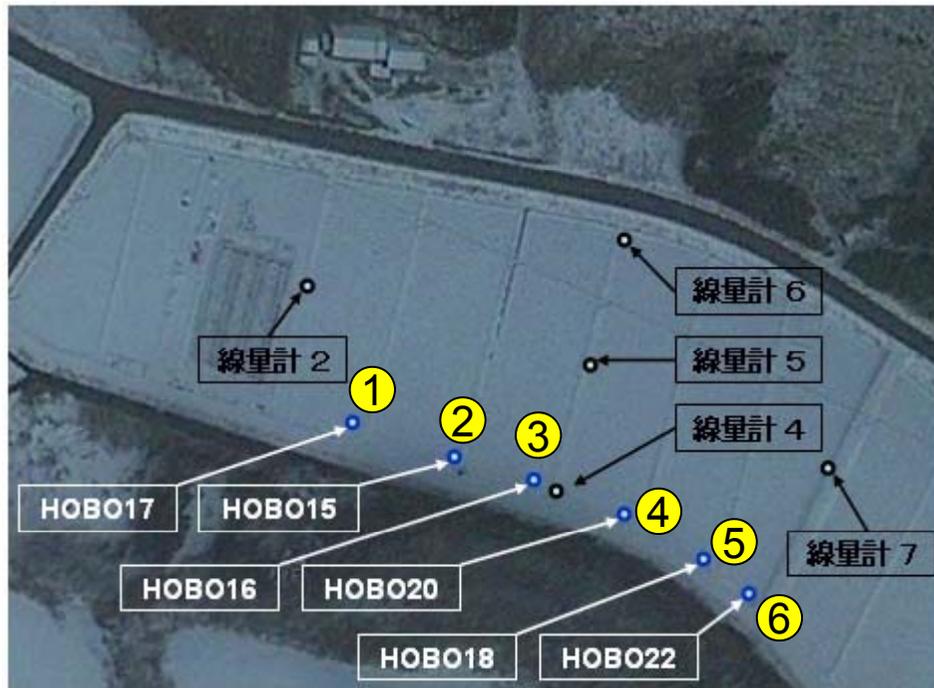
渓流水位が上昇するとフロートが浮き、錘がワイヤーを引く

用水が溢水

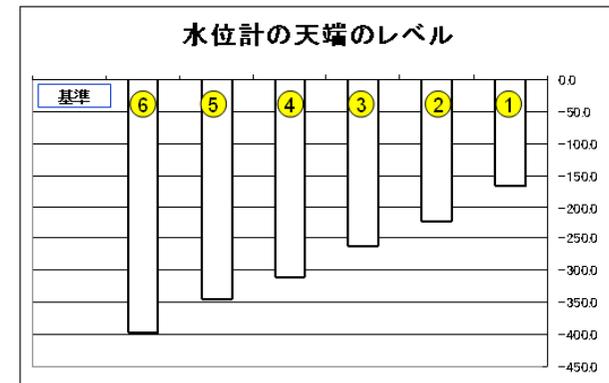
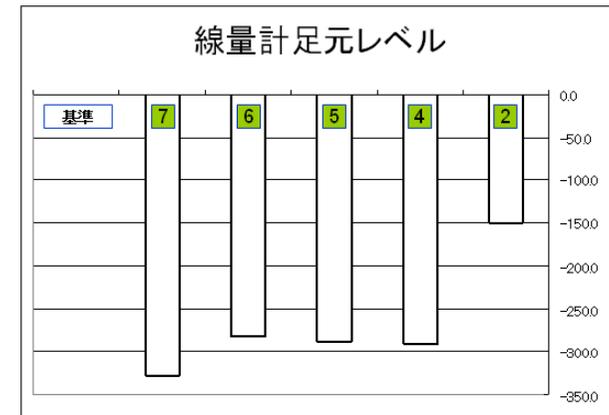


第4回目の湛水実験 2013.8.3~11.30

佐須地区 線量計と水位計の設置地点



レベル(標高)測定



第4回目の湛水実験
2013.8.3～11.30



佐須水位計設置地点の草刈



佐須水位計の設置

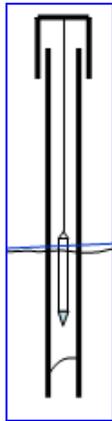


佐須線量計設置地点のレベル測量

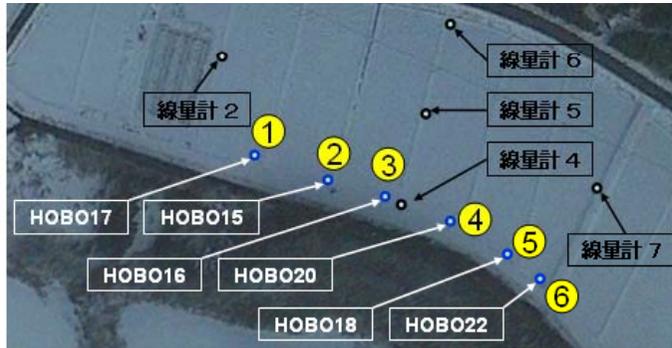


佐須レベル測量の基準標高の観測

佐須
観測結果



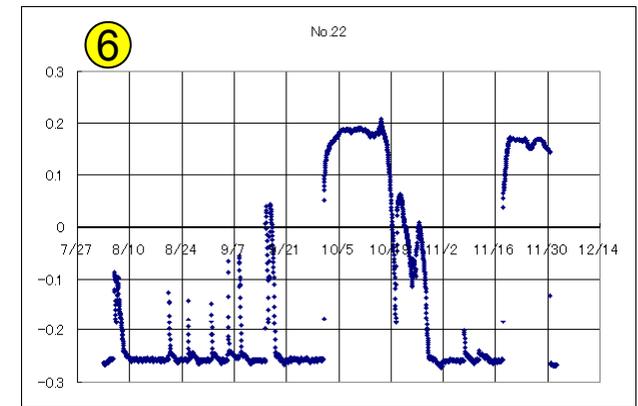
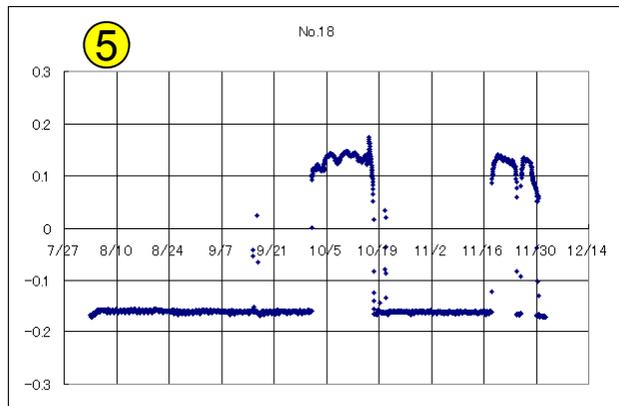
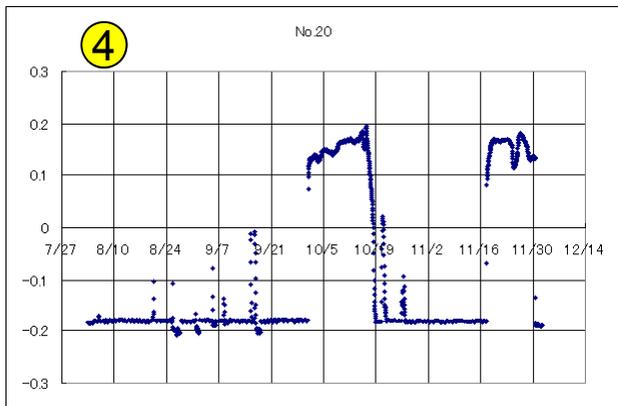
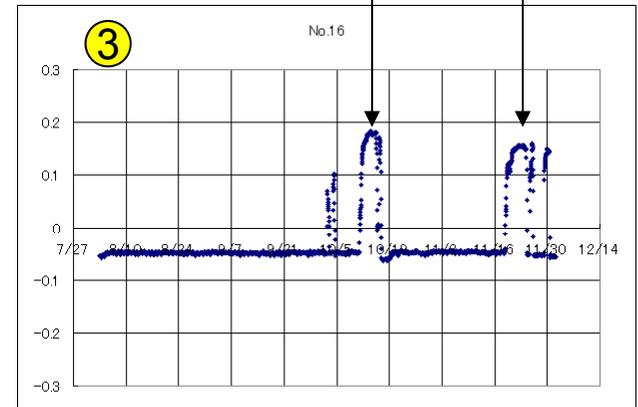
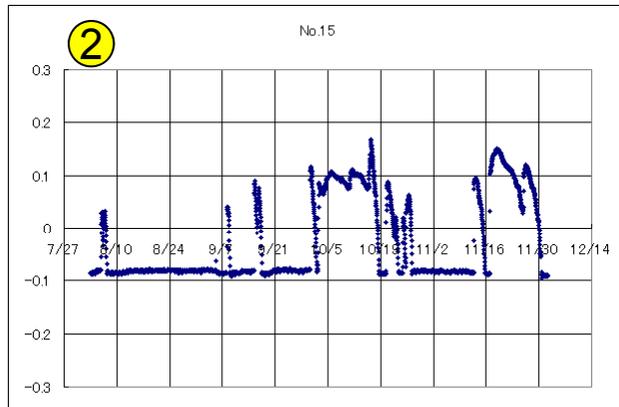
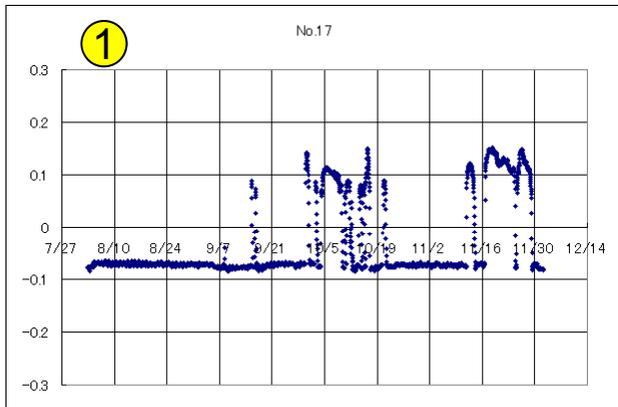
水深の時系列
観測(m)



第4回目の湛水実験
2013.8.3~11.30

溪流からの取水による湛水

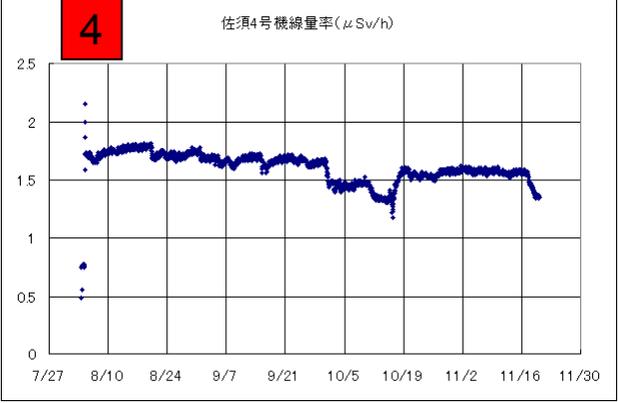
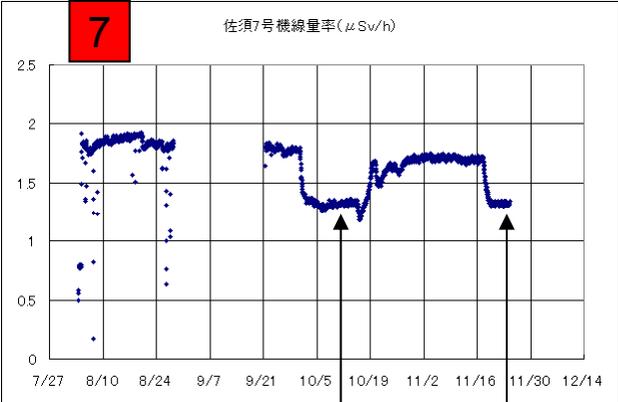
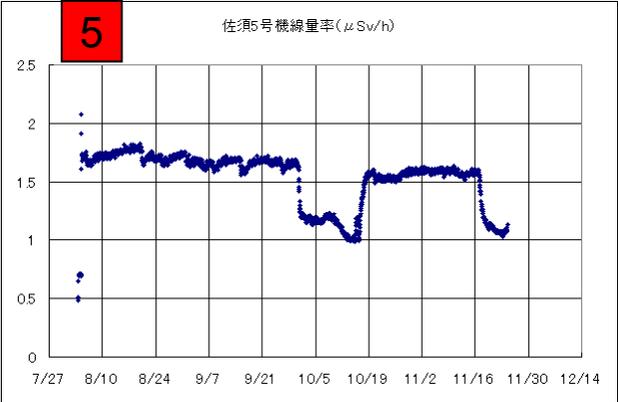
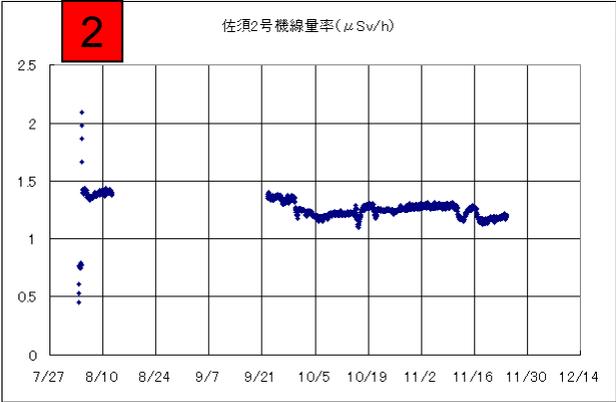
豪雨による湛水



佐須 観測結果

放射線量の時系列観測 ($\mu\text{Sv/h}$)

第4回目の湛水実験 2013.8.3~11.30



豪雨による湛水

溪流からの取水による湛水

まとめ

第4回目の湛水実験
2013.8.3～11.30



佐須地区(データ分析中)

- ・濁水取水の遮断機が完成まで、渓流水の取水を停止
→ 実験期間が短く、十分なデータを得られず
- ・濁水を確実に遮断する装置の開発が必要
→ 河川水位、降雨量と濁度(SS濃度)との関係の把握が必要
- ・台風などによる豪雨で水田が20cmほど湛水、射線率が低下
水田中央部(線量計5) : 0.8 (μSv/h) 1.8 → 1.0
南と北(線量計4と6) : 0.4 (μSv/h) 1.5 → 1.1, 1.7 → 1.3
東端(線量計7) : 0.6 (μSv/h) 1.9 → 1.3
- ・代掻きと畔塗りなし → 雑草繁茂+浸透量大