

駒場ミニシンポ
2011年7月29日(金)

自然の水循環を利用した対策案

飯田俊彰

農学生命科学研究科 生物・環境工学専攻
水利環境工学研究室

居室: 農学部7号館A棟6階 613号室
E-mail: atiida@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp

話題提供の要旨

- 土砂流出を解析する手法を応用して、放射性Csの下流への流出を追跡したり予測したりできる.
- 放射性Csを、貯水池の底にトラップできる可能性がある.

農地からの土砂流出

植え付け直後のサトウキビ畑
の土壌流亡



裸地のガリ侵食



河川への濁水流出



河口部での濁水流出



農地からの土砂流出

肥沃な表層土壌の流亡

下流水域への濁水の流出→閉鎖性水域への土砂粒子の沈着
→土砂流出の抑制を目的として多くの研究が行われて来た

・畑地

豪雨→表面流→土壌侵食→土砂流出

土砂流出に影響する因子との関係の解析, 表面流モデル
現場での対策: 植生帯や表面マルチの導入, 不耕起栽培
沈砂池の設置

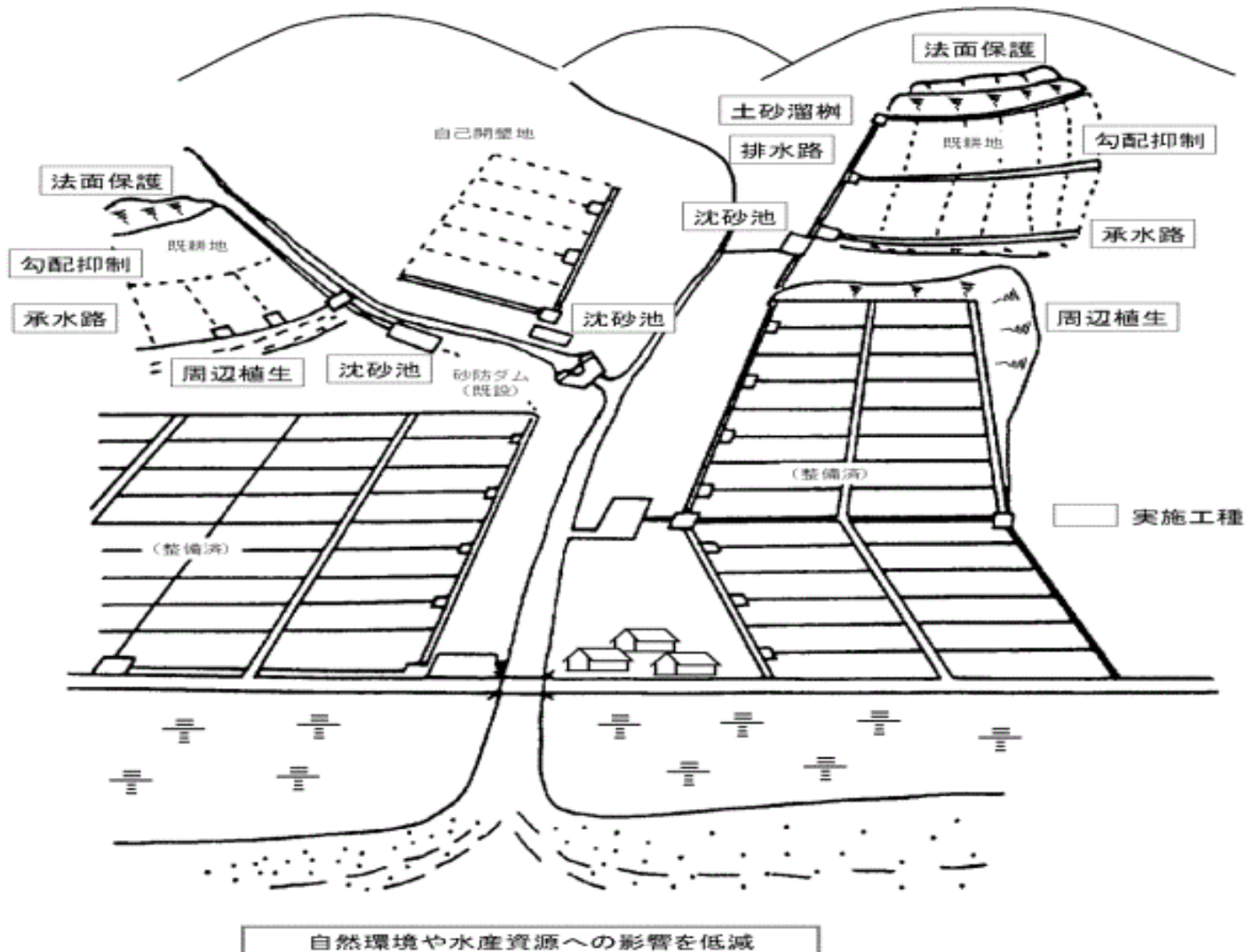
・水田

湛水栽培のため, 一般に土砂流出は起こりにくい
代かき後の落水時に粘土を多く含む濁水が排水される

流域規模での土砂流出抑制の概念図

「水質保全対策事業（耕土流出防止型）のイメージ」

農林水産省農村振興局HPより





葉ガラマルチ



土壌流出の予測手法の例

USLE式 (Universal Soil Loss Equation)

$$A = R \cdot K \cdot Ls \cdot P \cdot C$$

土地改良事業設計指針で採用されており、事業で使われている。

A: 土壌流出予測量 ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$)

R: 降雨流出係数 ($\text{J} \cdot \text{m} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$)

降水量, 降雨強度, 最大30分間降雨強度から求める

K: 土壌侵食係数 ($\text{J} \cdot \text{m} \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{y}^{-1}$)

土壌の受食性(透水性, 土粒子の分散性)による定数

Ls: 地形係数・・・斜面長と傾斜角から求める

P: 保全対策係数・・・等高線栽培, 帯状栽培, テラス工での軽減割合

C: 作物係数・・・被覆, 耕起, 地中の残渣, 根の状態によって決める

放射性Cs追跡の可能性

農地の地表面に降下した放射性Csは、表層土壌の粘土粒子に吸着され、降水時に流出する土砂とともに下流河川へ流出する



従来の土砂流出予測の手法を、放射性Cs流出予測へ応用できる



どの程度の降雨で、どれくらいの深さから、どの程度の放射性Csが流出するか、追跡したり予測したりすることができる可能性

放射性物質が広く拡散して面源として存在している場合の対策

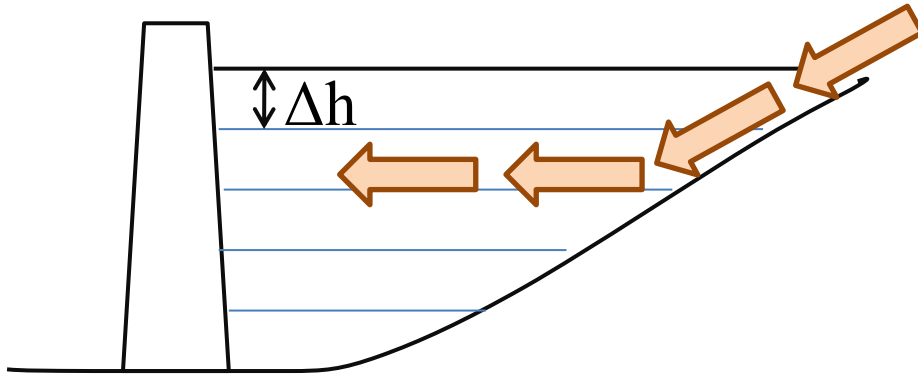
貯水池の濁水問題

- 降雨にともなう出水時にダム湖やため池などの貯水池へ濁水が流入する
- 濁水は農業用水，都市用水として使えないため，**濁水の取水の回避を目的として**，貯水池の濁度の変動予測や貯水池内での濁質の挙動が研究されてきた。



苫前ダム(国営かんがい排水事業「苫前(二期)地区」，北海道)
日本ダム協会HPより

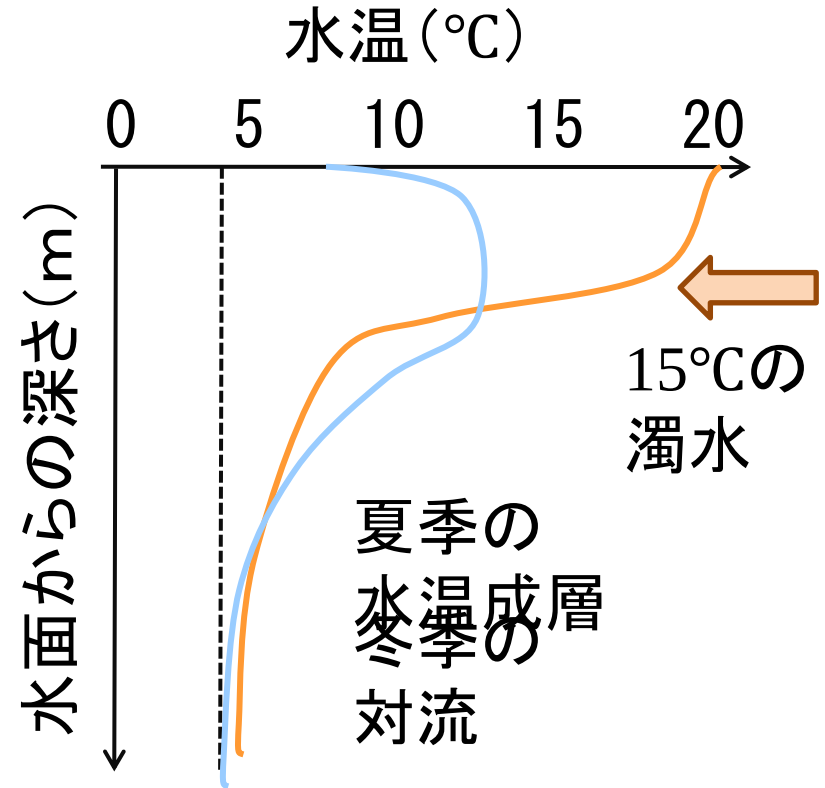
貯水池のモデル化の例



水深方向に Δh の薄層間での
対流と拡散による
水, エネルギー(水温分布),
溶存物質(濃度分布)
の移動を表わす基礎方程式を解く

境界条件:

水面での熱, 物質収支,
流入水の量と水質,
放流水, 取水の量と水質, など



貯水池の濁水問題

- 深い貯水池内では、夏場には水温成層が形成され、流入水は同じ水温の深さへ流入し、その後濁質は沈降する。
- 大きい粒子は早く沈降し、粒径の小さな粘土粒子は後から沈降して底泥の表面に堆積する。

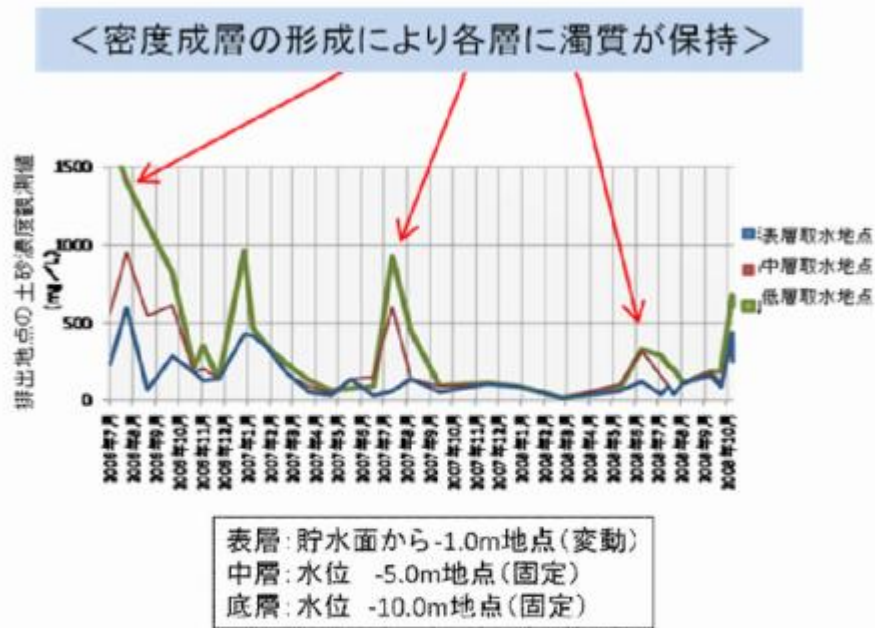


図2 取水地点別土砂濃度の季節変動

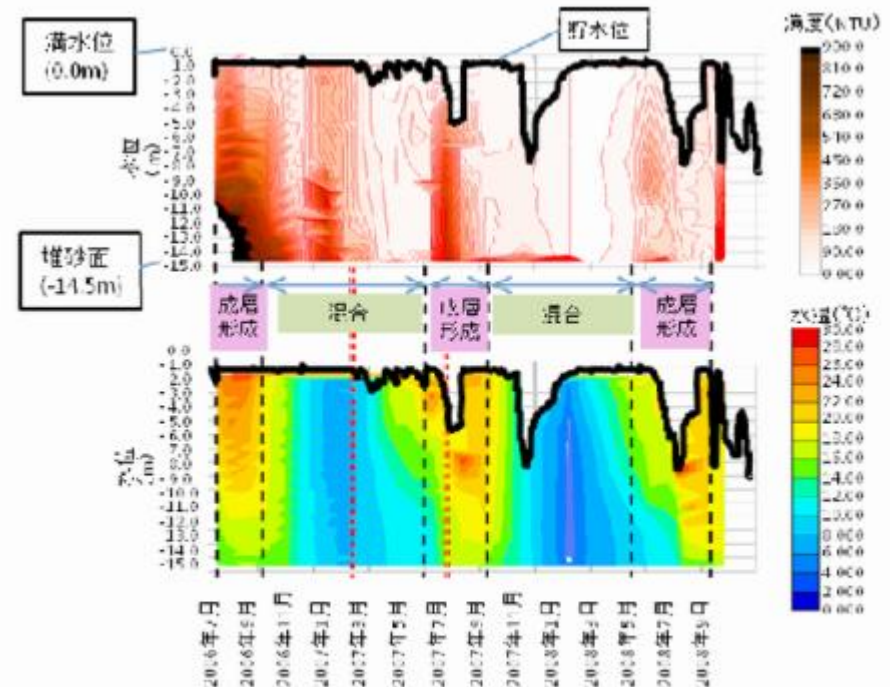


図1 ダム取水塔地点における濁度・水温鉛直分布

樽屋啓之ら: 農業用ダム貯水池の底層取水と水田導水を組み合わせた濁水対策(2007-2009年度), 農村工学研究所研究成果情報

粘土粒子の貯水池での沈積

放射性Csは粘土粒子に吸着し易い

→従来の、貯水池内での濁質の流入と沈降のモデルを応用することにより、**放射性Csが蓄積する場所を予測**することができる可能性がある。

→適宜、凝集剤を投入して、**粘土粒子の沈降の速度を速める**ことができる。

・水はガンマ線を通しにくいので、**貯水池の底に沈降した放射性物質からの空間放射線量率は大きく低下する。**

Cs¹³⁷が発するγ線の半減距離と減衰長 (IAEA TECDOC1162)

	鉛	水	空気	コンクリート	土
半減距離 $L_{1/2}$	0.5cm	8.2cm	69m	3.8cm	4.9cm
減衰長 $1/\mu$	0.7cm	11.8cm	100m	5.5cm	7.1cm

福島県浜通り地方の主なダム



ため池

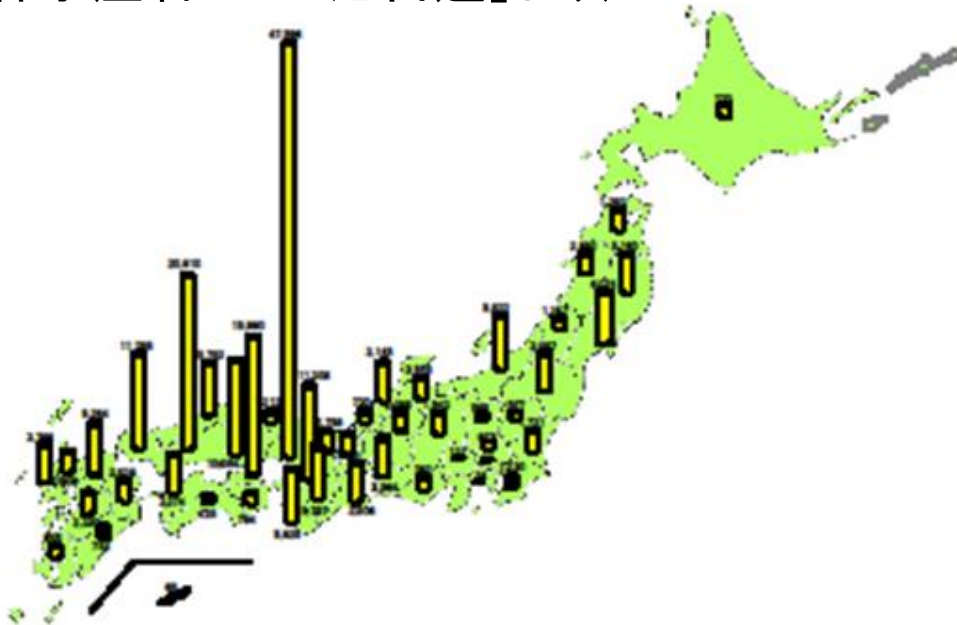
福島県内のため池は、3287箇所

（農林水産省農村振興局整備部防災課「ため池百選」）

（全国では約21万箇所）

全国のため池分布状況

（農林水産省「ため池百選」より）



震災による溜池の
損傷調査



課題

- 土砂流出のコントロール方法
 - どうやって, 表層数cmだけ広範囲にわたって侵食させるか
 - どうやって, 途中(排水路や河道)に沈積させずにトラップ地点まで導くか
- 貯水池での沈降方法
 - 沈降させるタイミング
 - 粘土の沈積の観点からのモデル改良
- ダム操作との兼ね合い
 - 利水上のダム操作との兼ね合い
 - 洪水時の濁水流出問題

まとめ

- 面源として存在している放射性Csに対する対策は難しいが、自然の降雨一流出過程をうまく利用することが想定される。
- そのために、土砂（特に粘土）の流出予測とそのコントロール方法をさらに精密化する必要がある。
- 水の遮蔽効果を利用して、深い貯水池の底に放射性Csを蓄積する対策法が考えられるが、利水との兼ね合い等の課題も多い。