

水田代掻きと湛水による、放射線遮蔽効果に関する現地実験

東京大学 久保成隆・溝口 勝・飯田俊彰

目的

水田と隣接する道路・民家への放射線量の低減を図るため、代掻きと湛水による効果を検討する。

低減効果の発現の原理

1. 水田を耕起する効果（**耕起効果**）：現在、セシウムは農地の表層に存在しているため、耕土（20 cm 程度）を混合することにより、均等分布するセシウムから出る放射線が耕土自身による遮蔽（土壌遮蔽効果）によって、地表に出る放射線量の低減が期待される。セシウムが地表面に存在する場合には、低角度（地表面から測って）で放射される放射線は遮蔽物が無い状態（厳密には空気によって減衰する）で道路・民家に達するが、耕土内に均等化されたセシウムから出る低角度の放射線は、耕土内の長い距離を通過するため（土壌の低角度遮蔽効果）、大きな減衰効果が期待される。
2. 代掻きをする効果（**代掻き効果**）：代掻きによって、セシウムの耕土内での分布が完全に均等化される（均等化効果）。これは、先の耕起効果を完全にするものである。更に、土壌が水で飽和（土壌水飽和効果）されることで、単位体積当たりの土壌の比重が増す。遮蔽効果は、大よそ遮蔽物質の比重に比例するものであるから、代掻きによって土壌が水で飽和されると、遮蔽効果が強化されることが期待される。
3. 湛水する効果（**湛水効果**）：水の放射線の遮蔽効果は大きくはないが、道路・民家へ達する放射線は、水田から低角度で放射される（水の低角度遮蔽効果）。このため、たとえ水深が浅くとも、土壌表面から水面までの距離は、低角度の場合に相当に長くなり、大きな遮蔽効果を期待できる。

実験方法

1. 1枚の水田（標高の高い方の水田）を実験圃場とする。実験は、2週間かそれ以上の日数を必要とする。
2. 線量計を用意する。設置地点は、観測対象となる水田の四隅と長辺中央の5箇所である。線量計は、地表からの高さ1.0mと1.8mに設置する。
3. 放射線はセシウム原子の崩壊により発生するので、確率現象であり短時間では変動が大きい。このため、長時間の連続観測が望ましい。また、気象条件などによって変動する可能性がある。このため、各段階での放射線量の測定は3日間以上の観測が必要である。
4. 対象とする水田は、イノシシによって表面が荒らされ、既に、半ば耕起された状態に近い。そのため、既に、セシウムは表面だけに存在していないかも知れないが、現状を把握する必要がある。線量計設置後、そのままの状態、3日間以上の観測を行うことで、スタート地点としての現状把握を行う。
5. 線量計設置後、3日以上経過した段階で耕起する。この時は、水田に水を入れる事なく、単に、耕起する。できるだけ均等に混ざるようにする。この状態を3日間以上放置して、放射線量を測定す

る。目的は、**耕起効果**を見るためである。

6. 耕起後、3日以上経過した段階で、代掻きを行い、田植えが可能な状態にする。また、畦塗りをを行い畦畔からの浸透を抑制する。水深を、ゼロ（水面が土壌表面ぎりぎりの状態）に保つべく水尻高さを調節して、可能な限り、水深ゼロの状態を保つ。この状態を3日以上継続させる。**代掻き効果**（＝「均等化効果」＋「土壌水飽和効果」）を見るためである。
7. 代掻き後、3日以上経過した段階で、水田の湛水深を、水尻を調節して10 cmにまで上昇させ、この状態を3日以上継続させる。湛水深10cmでの**湛水効果**を見るためである。
8. 10cmでの湛水状態を3日以上継続した後、湛水深を20cmに上昇させる。20cmまで上昇させるのが困難な場合には、可能な限り高い水位に保つ。この状態を3日以上継続する。湛水深を増加させた場合の**湛水効果**を見るためである。
9. 以上で、圃場における一連の実験は終了である。データロガーを回収して、データを解析し、各作業による各種の遮蔽効果を定量的に評価する。
10. 湛水深をモニターする。例えば、水田に「物差し」を立て、その画像を定期的に見ることで、湛水状態、或は、土壌表面の乾き具合などをモニターできる。水田水深が一定となるように、水尻が止水されていても、急な降雨や、用水量の変動、などによって水深が変わる可能性があるため、そのチェックは必要である

実験サイト

福島県飯舘村佐須87の水田。イノシシに荒らされて地表面が攪乱された状態にあった。（写真1）そこで、2012年7月11日にトラクタで粗起こしをした後、7月18日に水を入れ、7月20日に代掻きを行なった。写真2は代掻き後の湛水状態の水田の様子である。

この水田の周囲に5か所に地表面から1.0mと1.8m高さに簡易放射線計を計10個設置し（写真3左）、1時間ごとに放射線量を測定した。しかし、3週間程線量をモニターした結果、線量のばらつきが大きいため、8月25日に別の放射線計を1m高さに設置し（写真3右）、同時に水田水位計を設置した（写真4）。



写真1 イノシシに荒らされた水田(2012年4月21日撮影)



写真2 水田湛水実験サイト(2012年7月29日撮影)

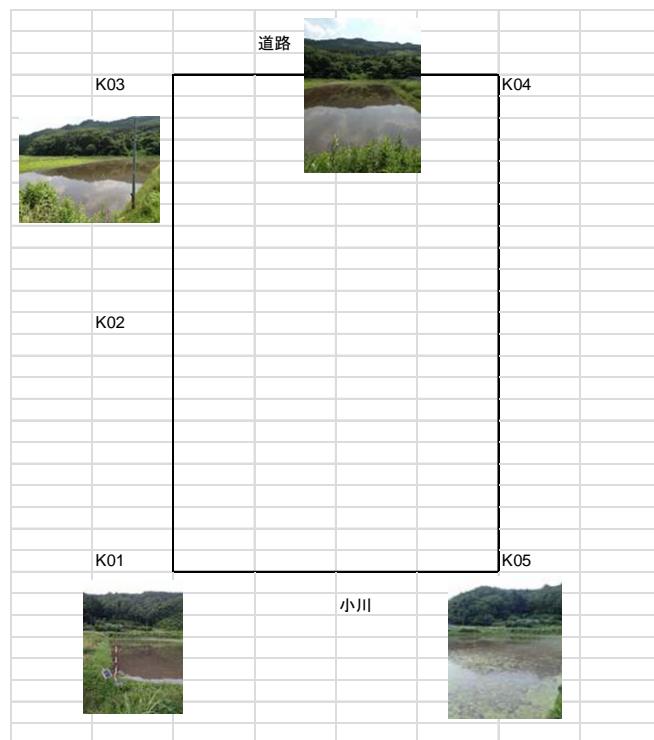


図1 放射線計の配置図。K03が水口でK05が水尻。



写真3 放射線計の設置(左：2012年7月29日撮影 右：8月25日撮影)



写真2 水田水位計の設置(2012年8月25日撮影)

実験結果と考察（速報）

図2は水口の水深と1m高さの放射線量の関係である。9月3日から水位の低下に伴って放射線量が上昇している。水田の地表面には起伏があるので、水深は水田全体の平均水深を代表するものではないが、横軸に水深をとり、縦軸に放射線量をとってプロットすると、図3が得られる。この図は、湛水による放射線の遮蔽効果を裏付けるものである。

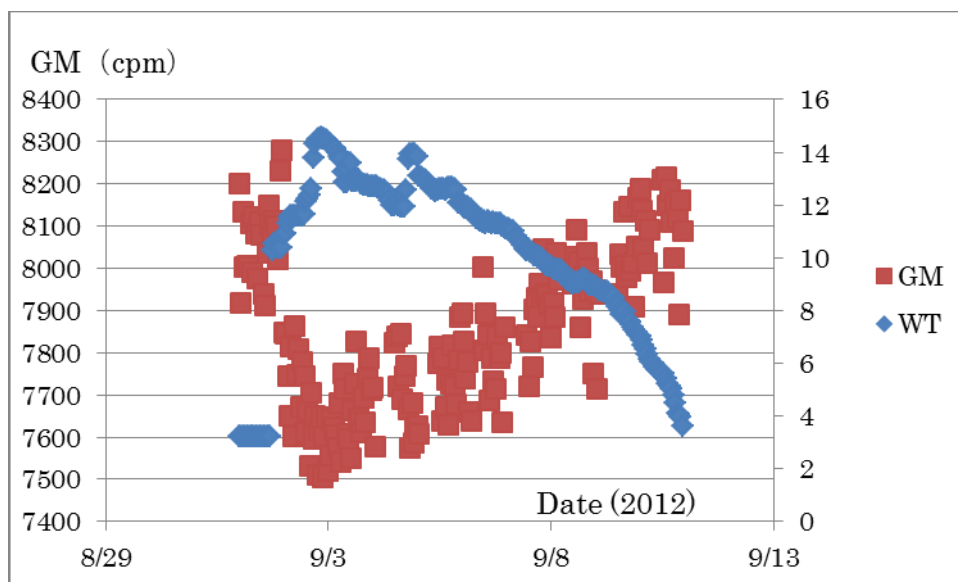


図2 水口水深と1m高さの放射線量の関係

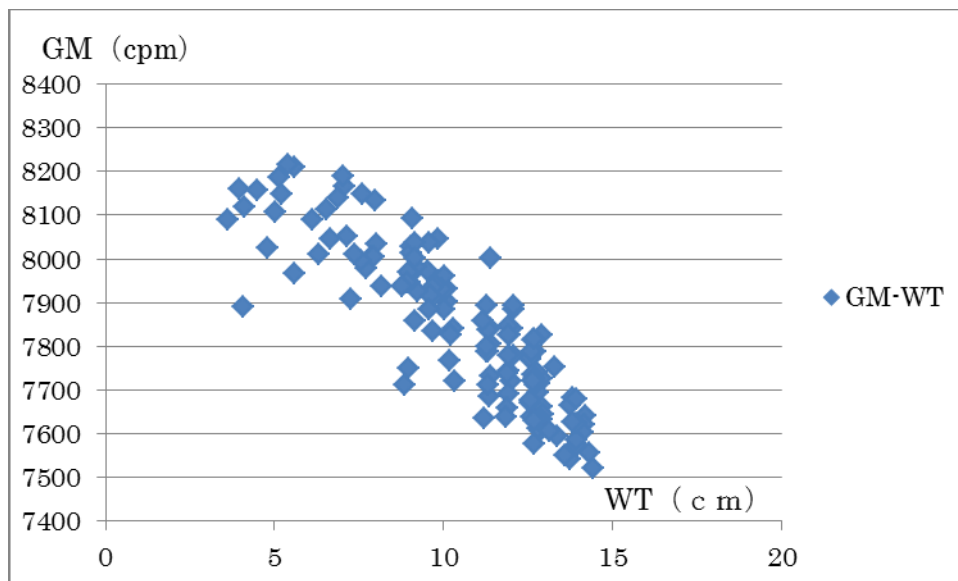


図3 水田湛水深と放射線量の関係

今後の予定

現在、一度水田の水を抜き、再度と湛水深を上げながら、上記の図3の再実験を実施中である。その様子は <http://x-ability.jp/FieldRouter/vbox0072/> のK02とK03から水深と放射線量を観察できる。

(2012年9月24日)