

土壤中に埋没した繊維の劣化に及ぼす農薬 および重金属の影響

江川 宏[※]・古川雅教^{※※}・山本広基[※]・達山和紀[※]・角田幸雄^{※※※}

Hiroshi EGAWA, Masanori FURUKAWA, Hiroki YAMAMOTO,
Kadzunori TATSUYAMA, and Yukio TSUNODA :
Effects of Pesticides and Heavy Metals on the Degradation
of Cotton and Wool Yarns in Soil.

緒 言

土壌の特性を把握する手段として、土壌の物理化学的^{2,3)}特性や微生物相の調査³⁾などが行なわれているが、土壌の水分含量、透水性、通気性、pH、ならびに Eh などの^{2,3)}調査はその操作が複雑多岐にわたっており、多大な労力、経費ならびに時間が必要とされる上に、これらの理化学的な調査のみでは、作物の栽培基盤としての土壌の特性をすべて把握することは不可能である。

最近では、土壌中の酵素活性を測定することによって土壌中の生物化学的な特性を把握しよう^{1,5)}とされているが、土壌の酵素活性を実際に測定するには、その方法の確立が重要な課題とされている。

⁴⁾中城は土壌の活性を調査する方法として、デンプンなどの分解と糖などの生成に関する酵素活性と、物質循環に関与する微生物相の変化を調査した。しかし、これらの方法もこれまで行なわれてきた方法と同様に、複雑な実験操作を必要としている。

したがって、筆者らは土壌の酵素活性を測定する簡便な方法を求めて、種々検討した結果、木綿糸および毛糸の繊維を土壌中に埋没し、その繊維の劣化を測定することによって土壌微生物などが有するセルラーゼおよび毛糸の分解に関与する酵素の活性の強さを総合的にとらえることが出来るのではないかと考えた。さらに、農薬や重金属などを含む土壌中に埋没した繊維の劣化を測定して生物化学的活性を調査し、土壌中に含まれる物質を分

解する能力に農薬や重金属がどのような影響を及ぼしているかを検討した結果について報告する。

実験材料および実験方法

供試土壌は島根大学農学部圃場で採取し、2mm のふるいにかけてのものを使用した。この土壌は Sandy clay loam (国際土壌学会法)、有機物含量 1.5% (Tyurin 法) 最大容水量 40% (農学会法)、pH 5.6 であった。供試した農薬および重金属は、除草剤 3 種 CAT [2-chloro-4, 6-bis (ethylamino)-1, 3, 5-triazine], 2, 4-D [2, 4-dichlorophenoxy acetic acid], DCMU [3-(3, 4-dichlorophenyl)-1, 1-dimethylurea] および重金属 3 種 塩化カドミウム [CdCl₂・2½H₂O], 硫酸銅 [CuSO₄・5H₂O], 酢酸鉛 [Pb (CH₃COO)₂・3H₂O] の計 6 種であった。農薬はすべて原薬を使用し Tween-80 を用い分散させて実験に使用した。

供試した繊維は、木綿糸〔富士紡績(株)製 HINODE 20 番白色〕と毛糸〔鐘紡(株)製カネボウニッテングヤーン色番 1〕であった。

土壌 100g を直径 5cm×高さ 5cm の塩化ビニル製パイプに加え、農薬は最終濃度が 1000ppm、重金属は最終濃度が 100ppm になるようにそれぞれを土壌に施用した。これらの土壌中に木綿糸と毛糸をそれぞれ 20 本ずつ埋没し、この装置を一区につき 15 個ずつ準備した。この内の 5 個は直径 9.3cm×5.5cm のプラスチック製容器に入れ、塩化ビニル製パイプの上端まで滅菌蒸留水を加えた (灌水状態)。別の 5 個は直径 9cm のペトリ皿に入れ、ペトリ皿の上端まで滅菌蒸留水を加えた (湿潤状態)。残りの 5 個はペトリ皿の上に置き、一日一回一定量の滅菌蒸留水を上部から散布した (畑地状態)。灌水および

※ 島根大学農学部 Fac. of Agr., Shimane Univ., Matsue 690, JAPAN.

※※ 滋賀県経済農業協同組合連合会 Shiga Federation of Economic Agricultural cooperatives, Otsu 520, JAPAN.

※※※ 島根県立島根女子短期大学 Shimane Women's Junior College, Matsue 690, JAPAN.

湿潤状態で埋没した繊維は、4, 8, 12, 16, 20日間埋没後土壌から取り出し、畑地状態で埋没した繊維は、1, 2, 4, 6, 8日間埋没後土壌から取り出した。土壌から取り出した繊維は直ちに流水で洗浄し、水切りをしてから風乾した。その後、引張り強度を測定する前に一昼夜デシケーター内に保った。引張り強度は20本の糸をそれぞれ2本1組でショッパー型糸引張り強度試験機（大協科学精器製作所製3027型）を用いて、引っ掛け強度を測定し、10組の引張り強度の平均値を求めてデータとした。

実験結果

農業および重金属を施用した土壤中に埋没した繊維の劣化の経時的变化を第1図から第7図に示した。各図の縦軸は土壤中に埋没しなかった繊維の引張り強度を100とした割合で示した。

1. **CAT** CAT施用土壤中に埋没した繊維の劣化阻止作用の結果を第1図に示した。湛水状態では木綿糸は12日間以上埋没すると劣化阻止作用が認められたが、毛糸は劣化阻止作用は認められなかった。湿潤状態では毛糸を4ないし8日間埋没したものにわずかに劣化阻止作用が認められた。畑地状態では、湛水、湿潤状態と異なり、劣化が促進され、薬剤無施用区よりも劣化の速度が4日位速かった。

2. **2, 4-D** 2, 4-D 施用土壤中に埋没した繊維の劣化阻止作用の結果を第2図に示した。木綿糸の場合はいずれの状態においてもわずかに劣化阻止作用が認められたが、毛糸では非常に強い劣化阻止作用が認められた。

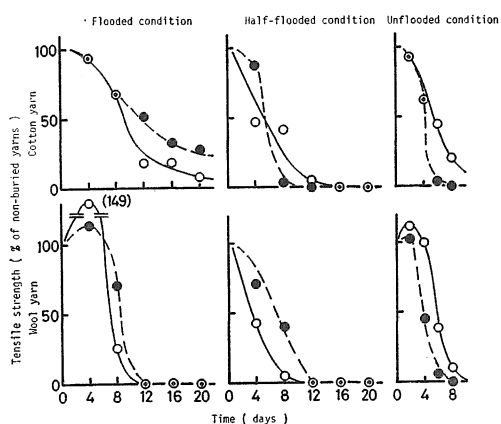


Fig. 1 Effects of CAT on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 1000ppm of CAT
○—○ Control soil

とくに湛水状態および畑作状態では、毛糸はほとんど劣化しなかった。また湿潤状態においても、薬剤無施用区と比べて、劣化の速さが8日ほど遅れた。

3. **DCMU** DCMU 施用土壤中に埋没した繊維の劣化阻止作用の結果を第3図に示した。木綿糸、毛糸ともに、湛水区では8日間から16日間埋没したものの、湿潤区では4日間から12日間埋没したものに劣化阻止効果が認められ、湛水状態と湿潤状態では湿潤状態の方がDCMUによる劣化阻止作用が認められるようであった。畑地状態では、木綿糸は4日間以上、毛糸は6日間

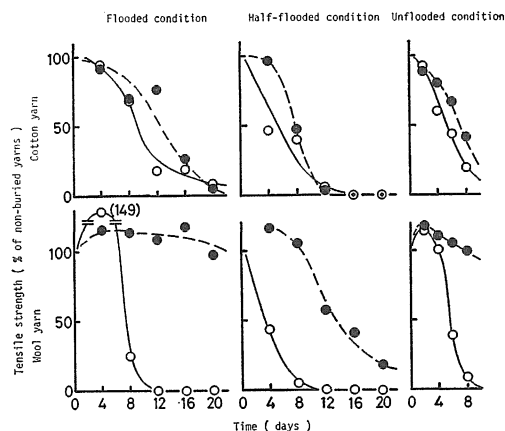


Fig. 2 Effects of 2, 4-D on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 1000ppm of 2, 4-D
○—○ Control soil

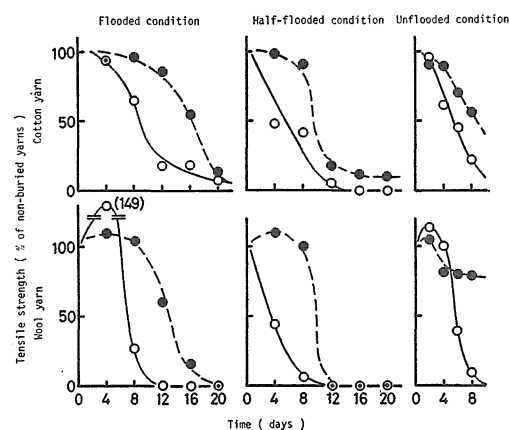


Fig. 3 Effects of DCMU on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 1000ppm of DCMU
○—○ Control soil

以上埋没すると劣化阻止作用が認められた。

4. Tween-80 Tween-80 は供試農薬の原薬が水に溶解しないものが多かったので、農薬を分散させる目的で用いた。したがって、対照として Tween-80 を施用した土壤中に繊維を埋没して、その劣化阻止作用を調査し、その結果を第4図に示した。湿潤状態において、多少劣化阻止作用が認められたにすぎなかった。すたがって Tween-80 で分散させた農薬の効果の評価で Tween-80 の影響を考慮する必要はほとんどなかった。

5. カドミウム 塩化カドミウム加用土壤中に埋没した繊維の劣化阻止作用の結果を第5図に示した。湛水状

態では、木綿糸、毛糸ともに劣化阻止作用が認められ、とくに毛糸では劣化は認められず、むしろ対照系と比べて強くなっていた。湿潤状態の毛糸も、4日間埋没したのものには、わずかに劣化阻止作用が認められたが、それ以外では劣化阻止作用は認められなかった。

6. 銅 硫酸銅加用土壤中に埋没した繊維の劣化阻止作用の結果を第6図に示した。湛水状態での劣化阻止作用が他の状態よりも強く、無施用区よりも8日ないし12日間劣化速度が遅れた。湿潤状態でも、短期間埋没したものにわずかに劣化阻止作用が認められた。畑地状態では、6日ないし8日間埋没したものに多少劣化阻止作

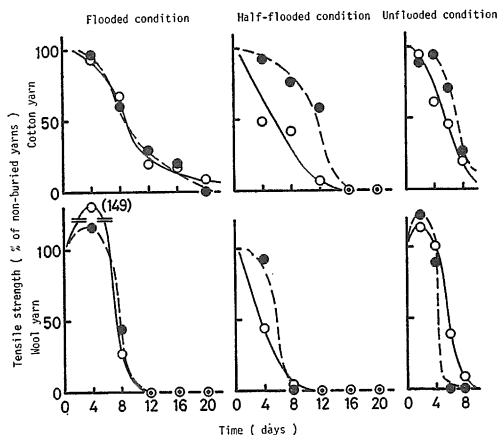


Fig. 4 Effects of Tween-80 on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 100ppm of Tween-80
○—○ Control soil

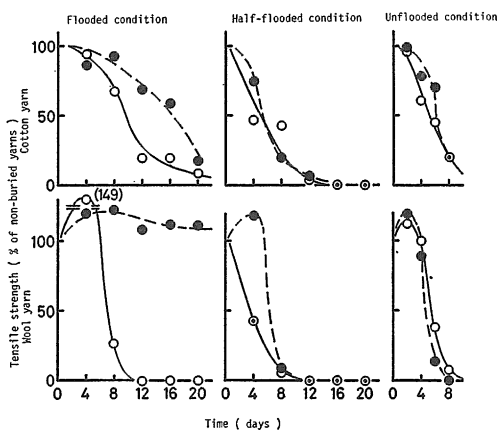


Fig. 5 Effects of cadmium on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 100ppm of cadmium
○—○ Control soil

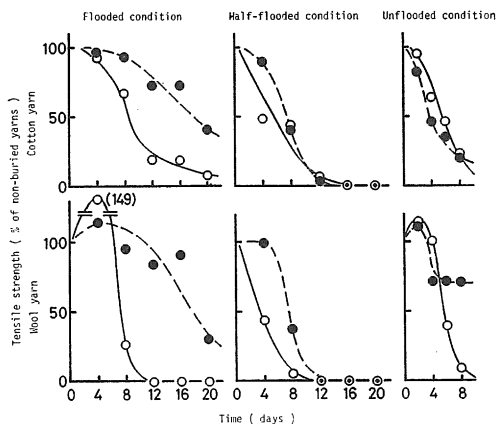


Fig. 6 Effects of copper on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 100ppm of copper
○—○ Control soil

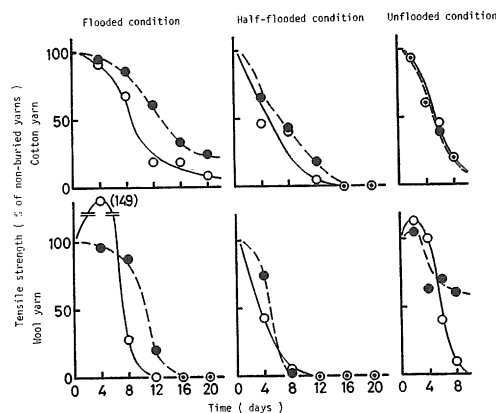


Fig. 7 Effects of lead on the degradation of cotton and wool yarns in soil, as determined by tensile strength of the yarns.

●—● Soil containing 100ppm of lead
○—○ Control soil

用が認められた。

7. 鉛 酢酸鉛加用土壤中に埋没した繊維の劣化阻止作用の結果を第7図に示した。湛水状態において、わずかに劣化阻止作用が認められたが、その他では劣化阻止作用が認められなかった。

以上の結果から、農薬を施用した土壤において、木綿糸埋没の場合には、湛水状態および畑地状態では DCMU がもっとも劣化阻止作用が強く、毛糸埋没の場合は湛水状態および畑地状態では 2, 4-D がもっとも劣化阻止作用が強かった。

重金属加用の場合は、湿潤および畑地状態ではほとんど劣化阻止作用は認められず、湛水状態のカドミウムおよび銅加用区においてのみ明確な劣化阻止作用が認められた。とくに湛水状態のカドミウム施用区の毛糸にもっとも強い劣化阻止作用が認められた。

考 察

本実験では、土壤の酵素や微生物の生理活性の一部を測定する簡便な方法として、木綿糸、毛糸などの繊維を土壤中に埋没し、その繊維の劣化を測定することによって土壤中に存在する遊離の酵素や土壤微生物の分解能力の一部と考えられるセルラーゼや毛糸の分解に関与する酵素などの活性の強さを総合的にとらえる目的で調査した。この方法を用いて、農薬や重金属による土壤の地力低下の一断面を推定しようと試みた。

木綿糸の場合、湛水および畑地状態では DCMU がもっとも劣化阻止作用が強く、毛糸の場合は湛水および畑地状態では 2, 4-D がもっとも強い劣化阻止作用が認められた。したがって、これらの農薬はそれぞれの条件下でセルラーゼや毛糸の分解に関与する酵素の活性を抑制しているものと考えられ、あるいは土壤微生物の生育を抑制しているものと考えられる。このような状態の土壤に、もし廃棄物として木綿糸や毛糸のような物質が混入すれば、当然消化分解する速度が遅く、土壤の地力低下がおこると考えてよいのではないかと考えられる。しかし同一の農薬でも、土壤の条件によってこれらの劣化阻止作用に強弱があると考えられるので、農薬のもっとも効果的な使用法とともに、土壤中でのすみやかな分解の

条件も同時に検討を要するものと考えられる。

重金属では、カドミウム施用土壤の湛水状態においてのみ毛糸の劣化に強い阻止作用が認められた。その他の重金属施用土壤の条件ではほとんど繊維劣化阻止作用は認められなかった。この原因については重金属の使用濃度との関係も含めて更にくわしい検討を要するものと考えられる。

摘 要

土壤の活性を測定する簡便な方法として、土壤中に木綿糸および毛糸を埋没し、一定期間後にその引張り強度をショッパー型糸引張り強度試験機によって測定して、繊維の劣化を調査した。この方法を用いて、土壤に施用した農薬 (CAT, 2, 4-D, DCMU) および重金属 (カドミウム, 銅, 鉛) による繊維劣化阻止の程度を調査し、土壤の分解活性に及ぼす農薬および重金属の影響を推定した。

湛水、湿潤、畑地状態の農薬施用土壤中に埋没した木綿糸の劣化は湛水および畑地状態で DCMU によって強く阻止され、毛糸の劣化は湛水および畑地状態で 2, 4-D によって強い阻止を受けた。

重金属施用土壤では、湿潤および畑地状態で繊維劣化阻止がほとんど認められなかった。しかし湛水状態のカドミウム施用土壤においては強い繊維劣化阻止が認められた。

引 用 文 献

1. 土壤微生物研究会編：土壤微生物実験法，養賢堂，東京：338-349，1975。
2. 土壤物理性測定法委員会編：土壤物理性測定法，養賢堂，東京：1-505，1975。
3. 川口桂三郎他：土壤学，朝倉書店，東京：1-279，1971。
4. 中城己佐男：島根大学大学院農学研究科修士論文，1-91，1977。
5. SKUJINS, J. J.: Soil Biochemistry, Marcel Dekker Inc., New York, 1967. 371p-414p.

SUMMARY

Cotton and wool yarns were buried in flooded, half-flooded or unflooded soil containing pesticide (CAT, 2, 4-D, DCMU) or heavy metal (cadmium, copper, lead).

These yarns were taken at intervals from the soil after 2–20 days and were dried in the air for a day after cleaning in running water. Degradation of the yarns were estimated by Schopper's yarn tensile strength tester as reduction in the tensile strength.

The degradation of cotton yarns in flooded and unflooded soil containing DCMU, wool yarns in flooded and unflooded soil containing 2, 4-D and wool yarns in flooded soil containing cadmium were inhibited strongly by comparison with the degradations in soil without the chemicals.

The other chemicals used in this experiment delayed the time required for degradations of the yarns, but did not influence so very strongly on the degradations in any soil conditions.