

論文の内容の要旨

論文題目 ポリマー水溶液の土中浸透により発現する
不透水層形成現象に関する研究

氏 名 大 和 裕

本研究は著者らが見いだしたポリマー水溶液が土壌を浸透する課程でポリマーが不溶化して、土壌中に厚さ 5 mm 程度の連続した水平な不透水層が形成される現象に関するものである。

不透水層形成現象の一例を以下に示す。ポリアクリル酸の 2.0 g kg^{-1} の濃度の水溶液を土壌カラムの上端に供給して土中への浸透を継続すると、図 1 に示す外観変化を伴いポリマー水溶液の浸透速度が徐々に低下して 20~100 時間後に $1 \times 10^{-5} \text{ cm s}^{-1}$ 程度（初期の浸透速度の 1/100 以下）になった。

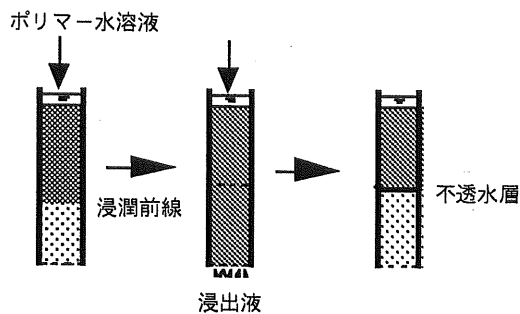


図 1 不透水層が形成される過程での土壌カラムの外観変化

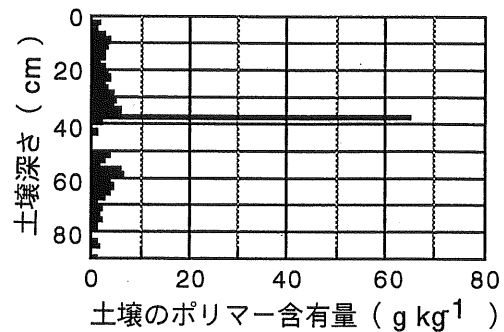


図 2 深さ 37 cm に不透水層を形成させた土壌のポリマー含有量分布

ポリマー水溶液の浸透速度が減少した土壌カラムの中にはポリマーの不溶化物が含水ゲルの状態で膜状に集積した水平な層があり、図2に示すように他の部分にはポリマーの集積部が見られないことなどから、これがポリマー水溶液の浸透を妨げる不透水層になっていることが分かった。カルシウムがこの不透水層に特徴的に濃縮されており、不透水層を構成するポリマーのカルボキシル基の化学当量を越えることから、不透水層形成現象は土壌中に浸透したポリマーが土壌中のカルシウムと反応して不溶化することにより発現すると考えられた。

不透水層形成深さは図3に示すようにポリマー濃度の減少、又はポリマー中和率の増大に伴って増大した。それ故、この二つの因子を調整すれば不透水層が形成される深さを数 cm から 100 cm 程度までコントロールできることになる。

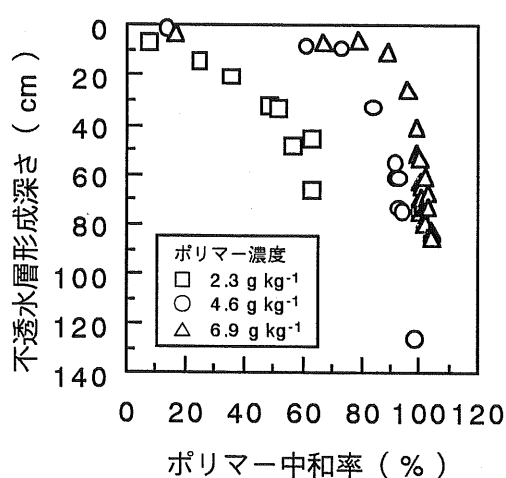


図3 ポリマー濃度とポリマー中和率が不透水層形成深さに与える影響

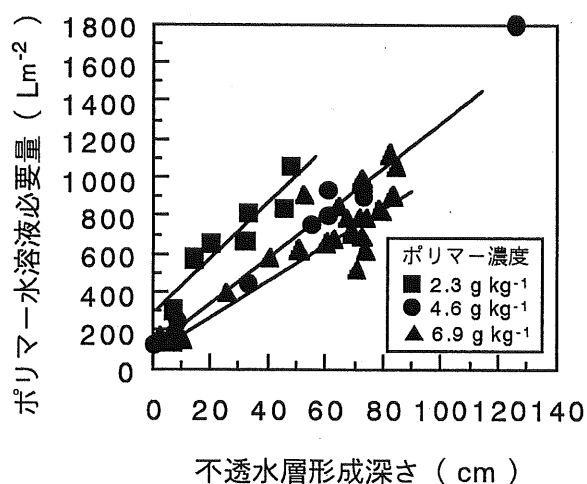


図4 不透水層形成深さとポリマー水溶液必要量の関係

不透水層形成深さが増大するとポリマー水溶液必要量も同時に増大して、不透水層形成深さとポリマー水溶液必要量には図4に示すほぼ直線的な比例関係が認められた。得られた結果から不透水層の形成機構は、水溶液で土壌に浸透したポリマーは土壌の交換性カルシウムと反応しながら土壌中を下方に移動する過程で

不溶化してゲル粒子に変わり、そのゲル粒子が移動しながら粒子径を増大させ、 $0.7\sim 1.0\text{ kg m}^{-2}$ のポリマーが不透水層形成部位に到達し、その内の 0.24 kg m^{-2} のポリマーが土壌孔隙に集積して不透水層を構成し、それ以外はロスになることが示唆された。また多種類の土壌を用いた検討から、不透水層形成には土壌の交換性カルシウム量が約 $1\text{ cmol}(+)\text{ kg}^{-1}$ 以上であることと共に、ポリマー水溶液が適度な速度で土壌に浸透する透水性が必須の条件であることが分かった。

以上の検討結果を既往の文献で報告されたスポディック層の情報と比較したところ、両者には基本的な相違点は見いだされなかった。それ故、ポリマー水溶液の土中浸透による不透水層形成現象とスポディック層形成は現時点では類似の現象と見ることができると考えられる。

土壌を浸透するポリマー水溶液は深く浸透するに従って白濁の程度が増大し、ポリマー不溶化ゲルの粒子径も増大して、不透水層形成深さ近くでは1ミクロン程度になっている。不透水層形成深さが 58 cm の場合のポリマー集積は、図5に示すように浸透開始1時間後から不透水層形成部位に集積が開始され、集積量の増大に伴いポリマ

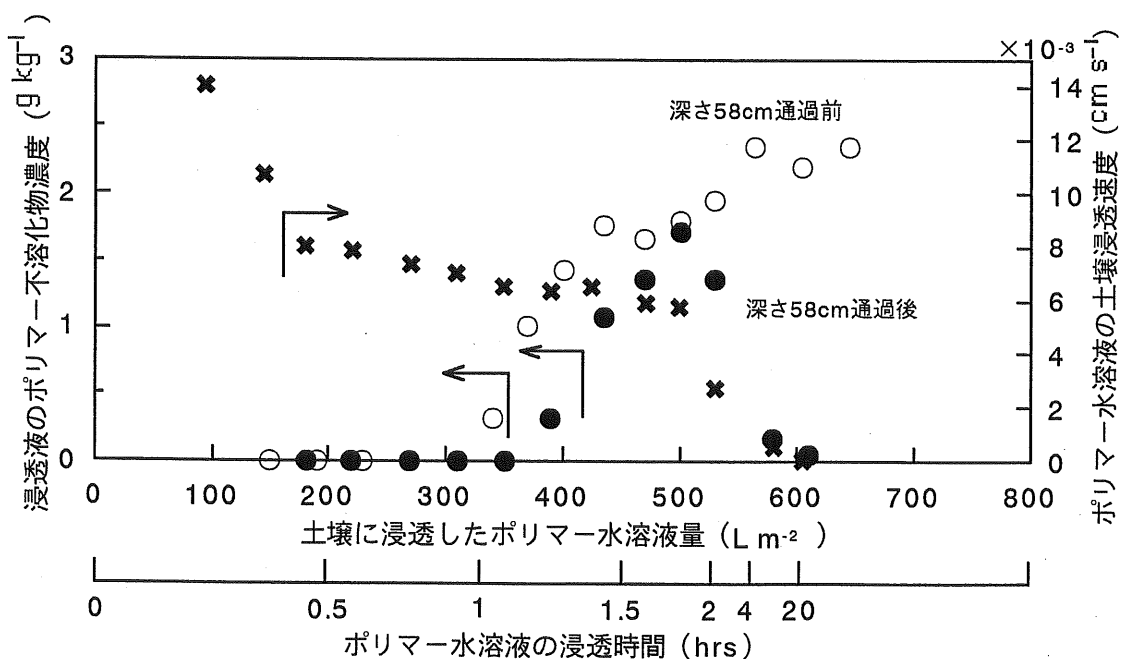


図5 不透水層形成深さが58cmとなる場合の不透水層に集積するポリマー不溶化物とポリマー水溶液浸透速度の時間変化

一水溶液の浸透速度が減少して不透水層が形成されることが明らかになった。

施工面積が 2.5 m² で深さ 35 cm の不透水層を施工して大麦の節水栽培試験を行い、図 6 に示す 3 mm 5days⁻¹ という極度の節水栽培条件にも拘わらず 274 kg a⁻¹ の高い収穫量が得られた。深さ 25 cm に不透水層を形成させた土壌カラムの中の地下塩水の水位を 30 cm に維持して塩害抑制試験を行い、図 7 に示すように不透水層が土壌面蒸発強度を 1/6 程度まで抑制する結果を得た。

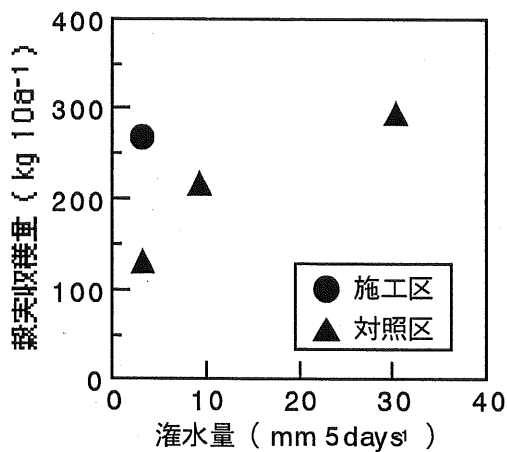


図 6 不透水層施工の節水栽培効果

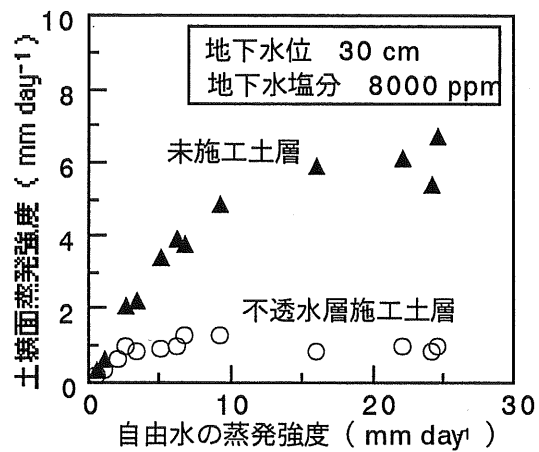


図 7 不透水層の土壌面蒸発抑制効果

不透水層の施工効果を図 8 の概念図に纏める。ポリマー水溶液の土中浸透により形成される不透水層は $1 \times 10^{-5} \text{ cm s}^{-1}$ 程度の浸透速度を持つので完全な遮水性は得られない。しかし大幅な節水栽培効果と共に根腐が起こり難いなど作物栽培には適する。地下塩水の毛管上昇を抑制して塩害発生を遅らせることが出来る。

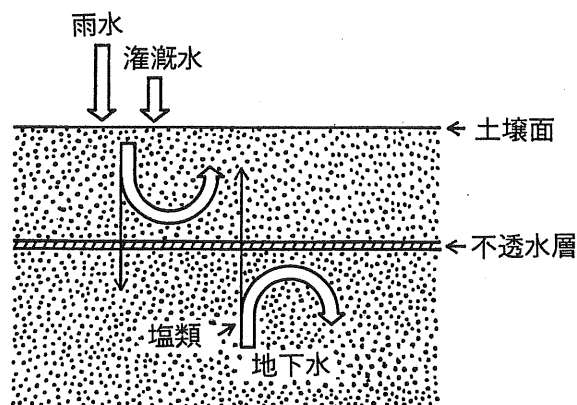


図 8 不透水層の施工により得られる効果の概念図