

タイ国東北部塩類集積地における地下灌漑システムの導入に関する研究

Machito MIHARA*, **Shuichi SUGI****, **Pumisak INTANON****,
Jaturaporn RAKNGARN**, **Supaphan THUMMASUWAH****,
Janya SANG-ARUN*** and **Sukthai PONGPATTANASIRI****

*Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

**Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University

***School of Agricultural Technology, Mae Fah Luang University

本研究ではマルチングによる地下塩水上昇の抑制効果、ジオテキスタイルの埋設による塩水上昇の遮断効果についてカラム実験を実施し、これらの実験を通して地下灌漑システムの導入による塩類土壌地域における農業生産環境の修復対策について検討した。

マルチングによる塩水上昇の抑制効果を調べたカラム実験では、NaCl 溶液の供給開始より 1,440 分経過時点で、全てのカラムにおいて地表まで含水比と EC($EC_{1:5}$)が増大した。従って、本実験条件下ではマルチングによる地下塩水上昇の抑制効果が見られず、マルチングの有無に関わらず 1,440 分経過後には地下塩水が地表面付近まで上昇することがわかった。

ジオテキスタイルの埋設による塩水上昇の遮断効果を調べるカラム実験では、綿のジオテキスタイルが地下塩水における毛管上昇の遮断に効果的であった。また地下灌漑条件下においてナイロンのジオテキスタイルを埋設したカラム実験では、地下灌漑により生じた重力水が地下水と水理学的に連続になり、拡散によって地下塩水中の塩分がジオテキスタイルを通過して上昇した。地下灌漑システムとの組み合わせにおいてジオテキスタイルによる塩水上昇の遮断効果を期待する場合、過剰な灌漑による重力水の発生を防ぎ、地下塩水中の塩分の拡散を防ぐことが重要と考えられる。

今後、本助成研究成果に基づき、地下灌漑システムとジオテキスタイルとの組み合わせを土壌塩類化が深刻なタイ国東北部の現地に適用し、検証を行うことが重要である。

3 4

助成番号 0134

タイ国東北部塩類集積地における地下灌漑システムの導入に関する研究

助成研究者：三原真智人（東京農業大学 地域環境科学部）

共同研究者：杉 修一（タイ国ナレスアン大学 農学部）

Pumisak INTANON（タイ国ナレスアン大学 農学部）

Jaturaporn RAKNGARN（タイ国ナレスアン大学 農学部）

Supaphan THUMMASUWAH（タイ国ナレスアン大学 農学部）

Janya SANG-ARUN（タイ国メイファールアン大学 農学部）

Sukthai PONGPATTANASIRI（タイ国ナレスアン大学 農学部）

1. 研究目的

現在、地球上に存在する塩類土壌地域の総面積は9億haを越えるといわれている。このような塩類土壌地域の農業的利用は極めて難しく、農地として利用されていても土地生産性は著しく低い。しかし地球上の急激な人口増加を考えると、食料生産を増大させるため、このような地域を改善して農用地を拡大確保することが必要となっている。そのため塩類土壌地域を農業的に利用する意義は極めて大きいと推察される。塩類土壌地域は主に高温乾燥地帯に出現する。高温乾燥条件下における地表面での蒸発は活発で、塩類を含んだ地下水が浅層に存在する場合、毛管水として上昇して塩類が土壌表面に析出する。降水量が少ないため地表に析出した塩類のリーチングを期待できず、塩類は徐々に地表面で集積して作物生産性を著しく低下させる。また、タイ国東北部の土地利用区分面積割合は現在、農用地 53%、森林 14%、その他 33%となっており、森林の占める割合が低い。しかし 1930 年頃までは森林面積もかなり大きく、乾性フタバガキ科の樹木で覆われた森林が発達していた。その後、急激な人口増加に伴う土地開発により森林伐採が進み、70年間で森林面積割合が14%までに減少した。その結果、土壌表面からの水分蒸発が促進されて、地下埋蔵の岩塩層からの可溶性塩類が毛管上昇し、土壌塩類化が進行した。そのため土壌塩類化防止対策が急務となっている。また作物の生産性を高めるには、灌漑水の効率利用が不可欠である。そこで以上の問題点に立脚して、タイ国東北地方の塩類土壌地域に調査対象地を選定し、地下灌漑システムの導入による農業生産環境の改良に関する基礎的研究を行った。平成12年度においては地下灌漑用セラミックを開発してポット内での作物栽培実験を行い、球形セラミックが灌漑効率および作物生育の点において有効であることを明らかにした。また平成13年度には以下の通り、土壌表面からの蒸発量の減少により塩水上昇を抑制できると注目されているマルチングと、地下塩水の毛管上昇を遮断するジオテキスタイルの導入について検討した。

1) マルチングによる塩水上昇の抑制効果に関するカラム実験

2) ジオテキスタイルによる塩水上昇の遮断効果に関するカラム実験

これらの研究課題を通して、地下灌漑システムの導入による塩類土壌地域における農業生産環境の修復対策について検討した。

2. 研究方法

2.1 マルチングによる塩水上昇の抑制効果に関するカラム実験

Fig.1 に示すように、マルチングによる地下塩水上昇の抑制効果を調べるため、カラム実験を行った。炉乾燥させた粒径 0.048 mm~0.270mm の石英砂を内径 10cm のカラムに乾燥密度 1.24~1.26g/cm³g で充填した。各カラムはマルチングを施さない column I、A₀ 層でマルチングする column II、ビニールでマルチングする column III である。マリOTTタンクを用い、各カラムの地表面から 46cm 深さが地下水面となるように調整して 290~307mS/m の NaCl 溶液を供給し、15 分、60 分、420 分、1,440 分後に一定の深さより土壌を採取して、含水比および EC(EC_{1.5})を測定した。なお、本実験では白熱灯を用いて地表面からの蒸発を促進させた。

2.2 ジオテキスタイルによる塩水上昇の遮断効果に関するカラム実験

ジオテキスタイル埋設による塩水上昇の遮断効果を調べるため、カラム実験を行った。2.1 におけるカラム実験と同粒径の石英砂を乾燥密度 1.22~1.28 g/cm³で充填し、綿製のジオテキスタイルを地表面より 20cm 深さに埋設した column V と、ジオテキスタイルを埋設しない column IV を設定した (Fig.2)。さらに平成 12 年度に実施した本助成研究では、作物生育に球形セラミックが有効であったので、同形のセラミックを用いた地下灌漑条件下におけるジオテキスタイルによる地下塩水上昇の遮断効果についても調べた。綿製およびナイロン製のジオテキスタイルを地表面より 20cm 深さに埋設し、地表面より 10cm 深さに地下灌漑用の球形セラミックを埋設したカラムを各々 column VI、column VII とした。各カラムの地表面から 46cm 深さを地下水面として 299~301 mS/m の NaCl 溶液をマリOTTタンクで供給するとともに、球形セラミックからは脱イオン水による地下灌漑も併せて行った。また対照実験として地下灌漑のみのカラム実験 (column VIII) を行った。各カラム実験では 15 分、60 分、420 分、1,440 分後に一定の深さより土壌を採取して、含水比および EC(EC_{1.5})を測定した。

3. 研究結果

3.1 マルチングによる塩水上昇の抑制効果に関するカラム実験

Figs. 4~7 に示したように、マルチングを施さなかった Column I と A₀ 層でマルチングした column II では、NaCl 溶液の供給開始より 15 分経過時点において、地下水面から 20cm 高さに至るまで含水比と EC(EC_{1.5})が増大した。一方、ビニールでマルチングの column III においては、地下水面より 10cm 高さ以下で含水比と EC(EC_{1.5})が増大したに過ぎなかった (Figs. 8, 9)。しかし、NaCl 溶液の供給開始より 1,440 分経過時点で、全てのカラムにおいて地表まで含水比と EC(EC_{1.5})が増大した。したがって本実験条件下ではマルチングによる地下塩水上昇の抑制効果が見られず、マルチングの有無に関わらず 1,440 分経過後には地下塩水が地表面付近まで上昇することがわかった。

3.3 ジオテキスタイルによる塩水上昇の遮断効果に関するカラム実験

Figs. 10, 11 に示すとおり、ジオテキスタイルを埋設しない column IV においては、NaCl 水溶液の供給開始より 1,440 分経過時点で、地下水面から 38.3cm 高さまでの含水比と EC(EC_{1.5})が増大した。一方、綿のジオテキスタイルを埋設した column V では NaCl 水溶液の供給開始より 1,440 分経過時点においても、ジオテキスタイルを埋設し

た箇所より上部における含水比とEC($EC_{1.5}$)はほとんど変化が見られなかった(Figs. 12, 13)。このことから、綿のジオテキスタイルは地下水塩水の上昇の遮断に効果があることがわかった。

地下灌漑条件下において綿およびナイロンのジオテキスタイルを埋設したカラムにおける含水比とEC($EC_{1.5}$)の経時変化をFigs. 14~17に示した。その結果、ナイロンのジオテキスタイルでは420分経過時点で、ジオテキスタイルを越えた地下水面より33.3cm高さにおいて含水比とEC($EC_{1.5}$)が増大した。これは、地下灌漑により生じた重力水が地下水と水理的に連続になり、拡散によって地下塩水中の塩分がジオテキスタイルを通過して上昇したためと推定できた。

4. まとめ

本研究ではマルチングによる地下塩水上昇の抑制効果、ジオテキスタイルの埋設による塩水上昇の遮断効果についてカラム実験を実施し、これらの実験を通して地下灌漑システムの導入による塩類土壌地域における農業生産環境の修復対策について検討した。

マルチングによる塩水上昇の抑制効果を調べたカラム実験では、NaCl水溶液の供給開始より1,440分経過時点で、全てのカラムにおいて地表まで含水比とEC($EC_{1.5}$)が増大した。従って、本実験条件下ではマルチングによる地下塩水上昇の抑制効果が見られず、マルチングの有無に関わらず1,440分経過後には地下塩水が地表面付近まで上昇することがわかった。

ジオテキスタイルの埋設による塩水上昇の遮断効果を調べるカラム実験では、綿のジオテキスタイルが地下塩水における毛管上昇の遮断に効果的であった。また地下灌漑条件下においてナイロンのジオテキスタイルを埋設したカラム実験では、地下灌漑により生じた重力水が地下水と水理的に連続になり、拡散によって地下塩水中の塩分がジオテキスタイルを通過して上昇した。地下灌漑との組み合わせにおいてジオテキスタイルによる塩水上昇の遮断効果を期待する場合、過剰な灌漑による重力水の発生を防ぎ、地下塩水中の塩分の拡散を防ぐことが重要と考えられる。

5. 今後の課題

地下灌漑システムの構築において、マルチングによる地下塩水上昇の抑制効果は見られなかったが、ジオテキスタイルの埋設は地下灌漑と組み合わせた場合においても、過剰な灌漑による重力水の発生を防げば、地下塩水の上昇を遮断し、作物生育を期待できると判断できた。

今後、本助成研究成果に基づき、地下灌漑システムとジオテキスタイルとの組み合わせを土壌塩類化が深刻なタイ国東北部の現地に適用し、検証を行うことが重要である。

6. 引用文献

- 1) 農業土木学会、豊かな土づくりを目指して—環境土壌学—、(1998)

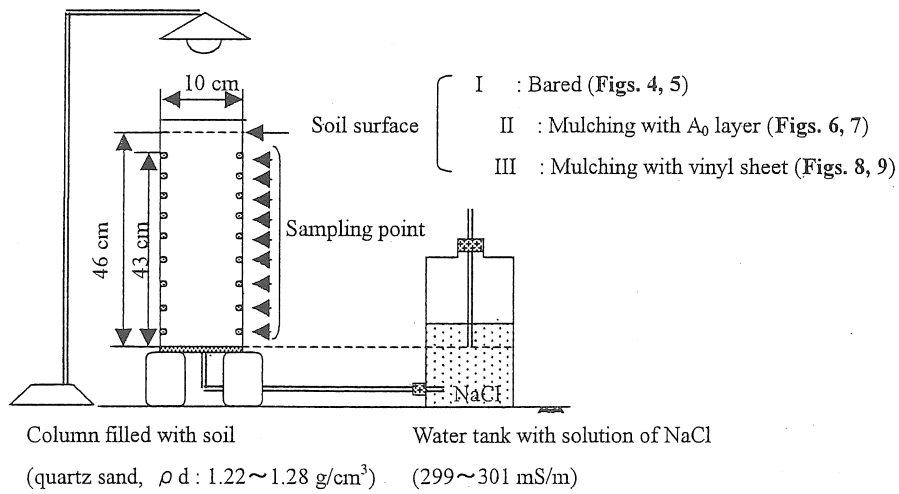


Fig. 1 Outline of the column experiment

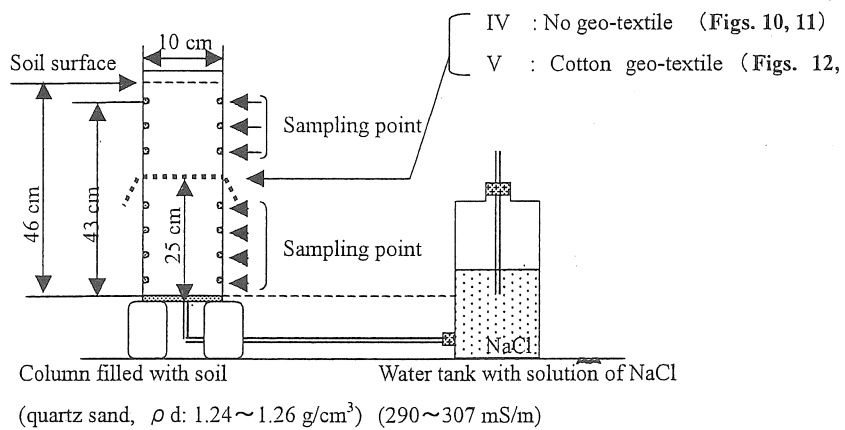


Fig. 2 Outline of the column experiment with geo-textile

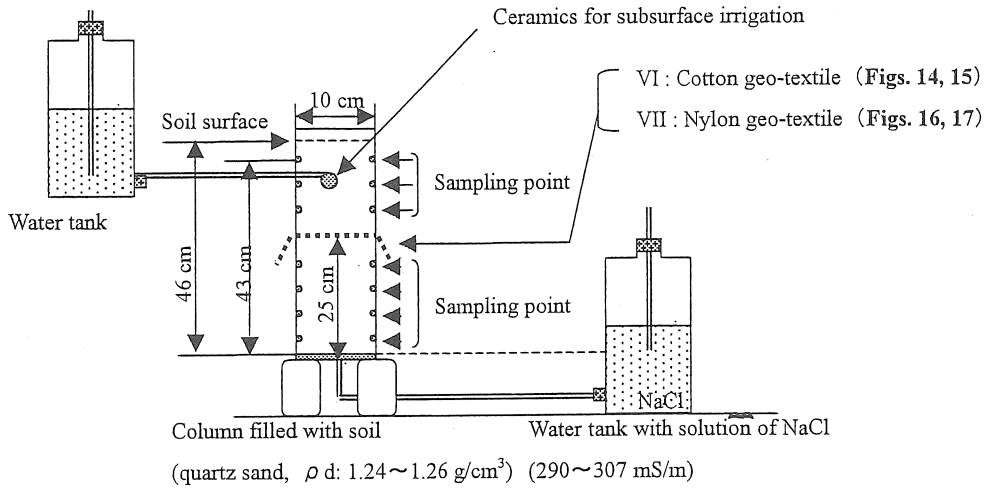


Fig. 3 Outline of the column experiment with geo-textile and subsurface irrigation

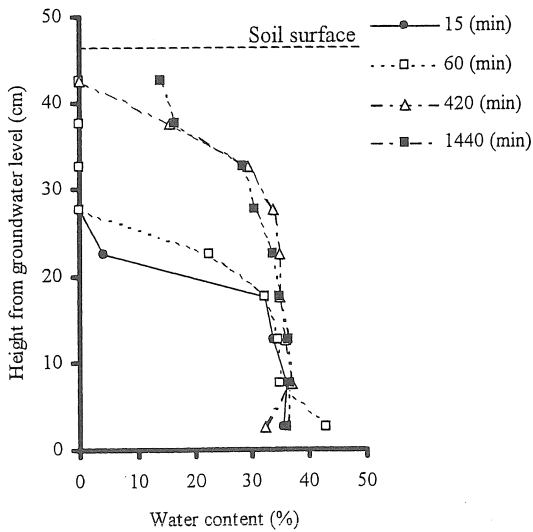


Fig. 4 Changes in water content with time (Column I : bared)

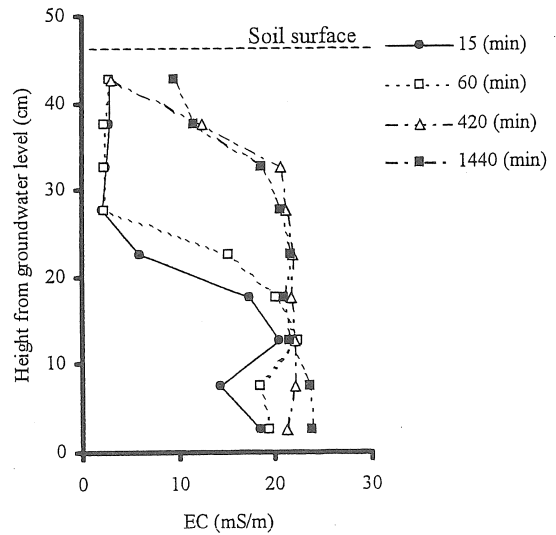


Fig. 5 Changes in electric conductivity with time (Column I : bared)

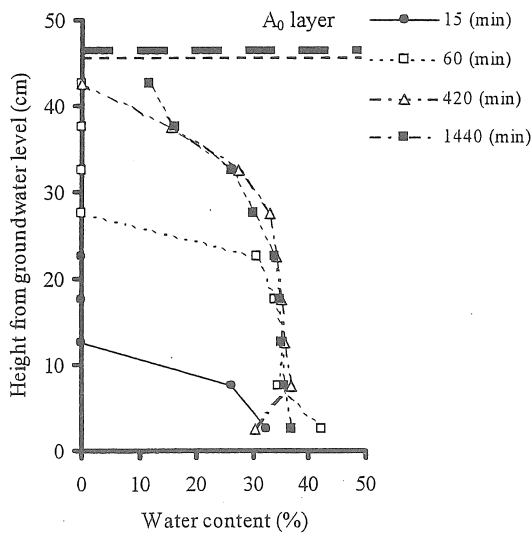


Fig. 6 Changes in water content with time (Column II : A₀ layer mulching)

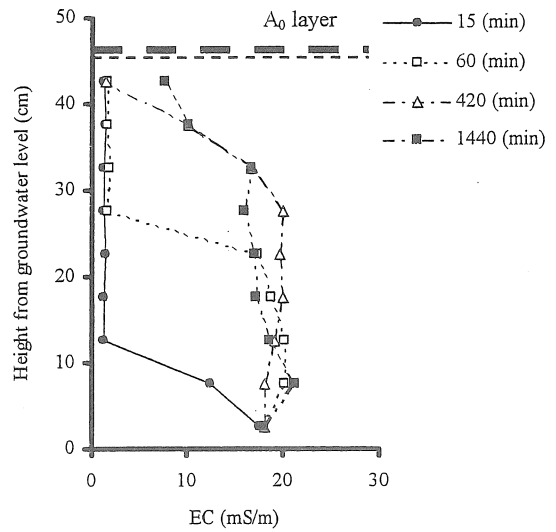


Fig. 7 Changes in electric conductivity with time (Column II : A₀ layer mulching)

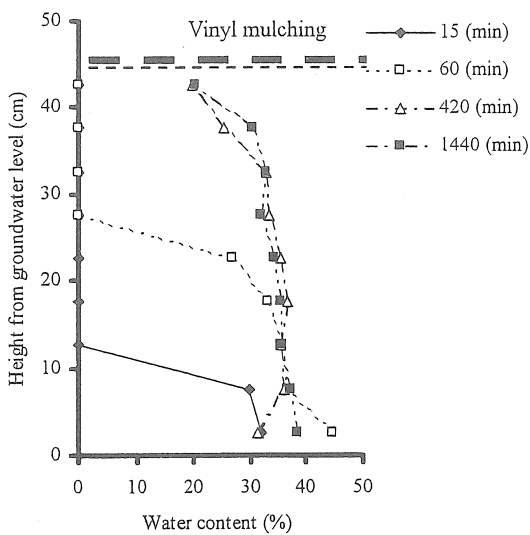


Fig. 8 Changes in water content with time (Column III : vinyl mulching)

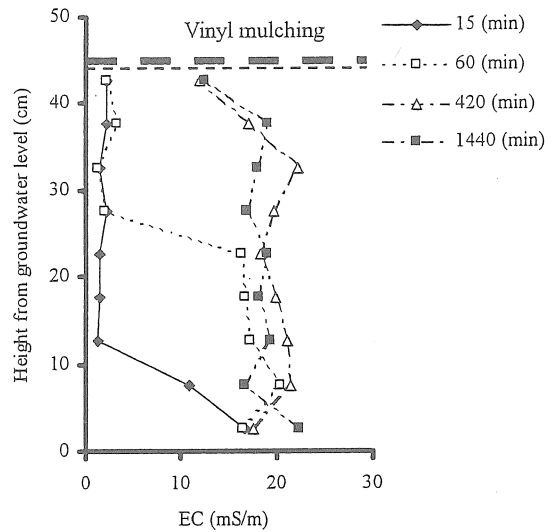


Fig. 9 Changes in electric conductivity with time (Column III : vinyl mulching)

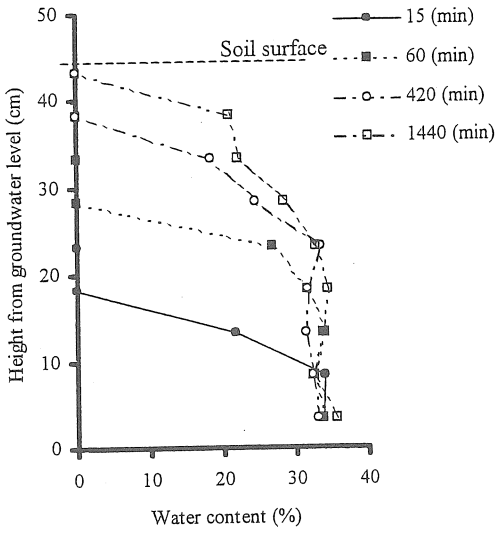


Fig. 10 Changes in water content with time (Column IV : geo-textile)

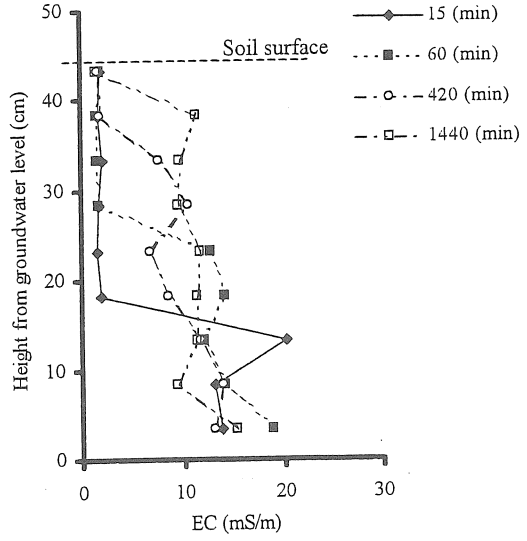


Fig. 11 Changes in electric conductivity with time (Column IV : no geo-textile)

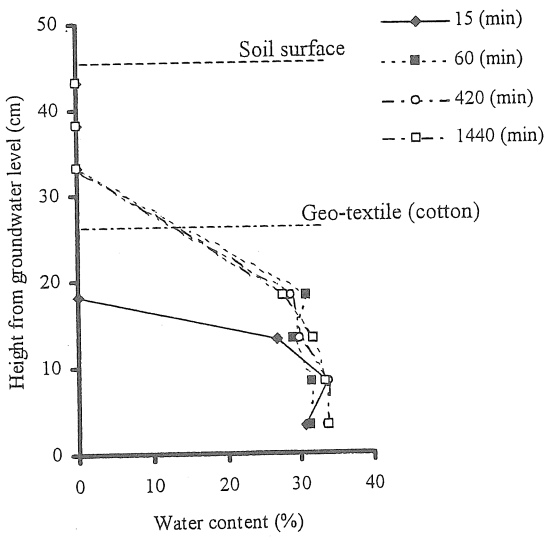


Fig. 12 Changes in water content with time (Column V : geo-textile (cotton))

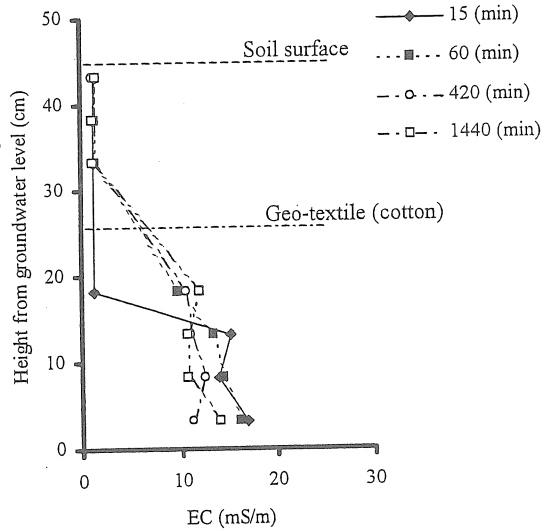


Fig. 13 Changes in electric conductivity with time (Column V : geo-textile (cotton))

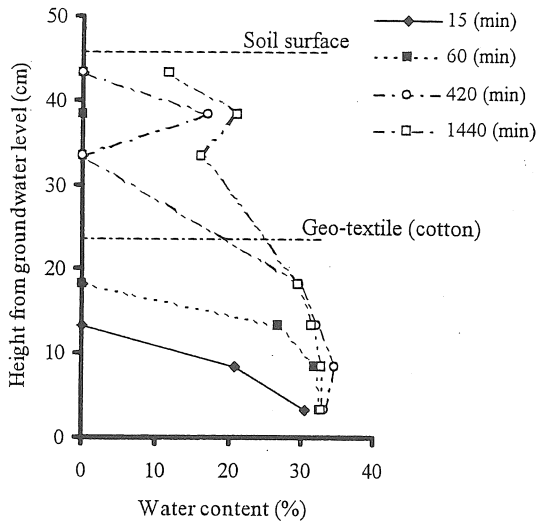


Fig. 14 Changes in water content with time (Column VI : geo-textile (cotton) and subsurface irrigation)

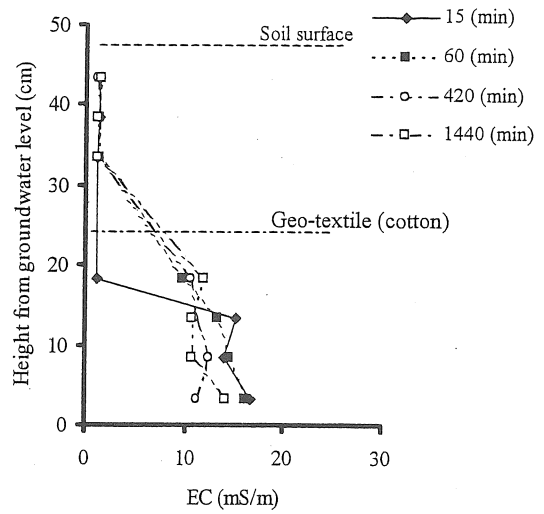


Fig. 15 Changes in electric conductivity with time (Column VI : geo-textile (cotton) and subsurface irrigation)

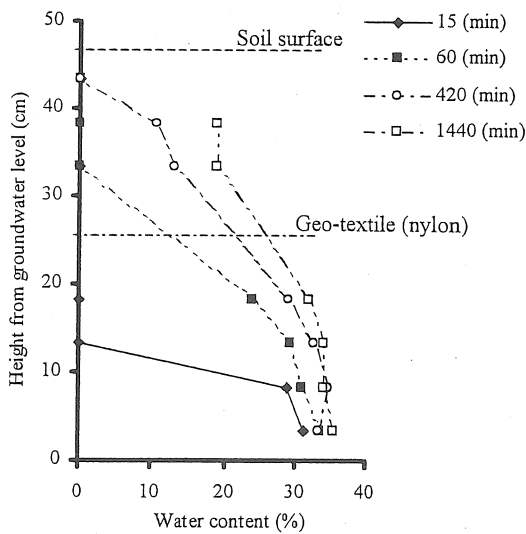


Fig. 16 Changes in water content with time (Column VII : geo-textile (nylon) and subsurface irrigation)

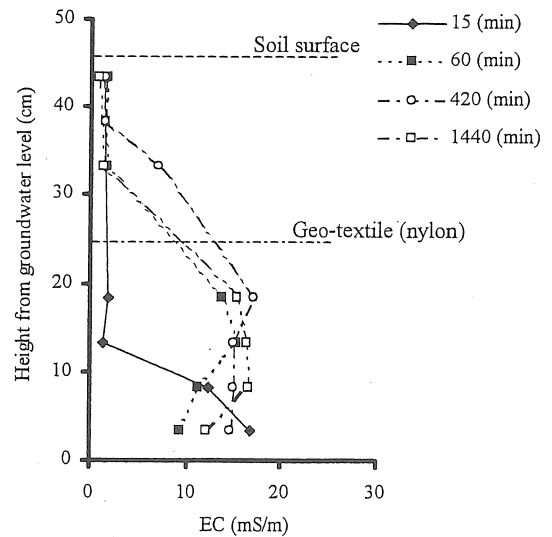


Fig. 17 Changes in electric conductivity with time (Column VII : geo-textile (nylon) and subsurface irrigation)

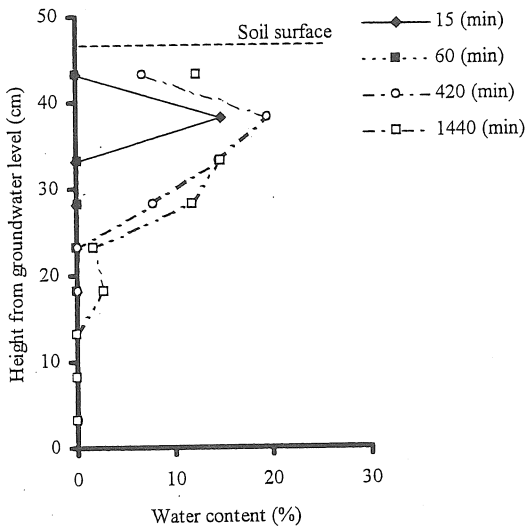


Fig. 18 Changes in water content with time (Column VIII : only subsurface irrigation)

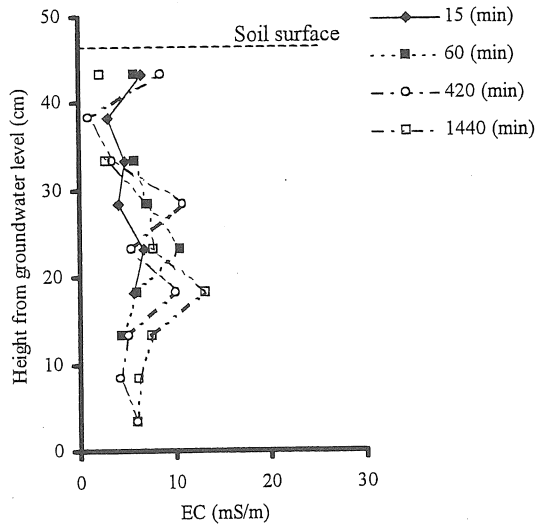


Fig. 19 Changes in electric conductivity with time (Column VIII : only subsurface irrigation)

Study on the Subsurface Irrigation at Salt Affected Soils in Northeast Region of Thailand

Machito MIHARA*, Shuichi SUGI**, Pumisak INTANON**,
Jaturaporn RAKNGARN**, Supaphan THUMMASUWAH**,
Janya SANG-ARUN*** and Sukthai PONGPATTANASIRI**

*Faculty of Regional Environment Science, Tokyo University of Agriculture

**Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University

***School of Agricultural Technology, Mae Fah Luang University

Summary

Salt affected soils are in northeast region in Thailand. The salt components are transported by the capillary water and accumulated in soil surface. The main reasons of salinization are the high evaporation from soil surface, a little rainfall, and high groundwater level. Salinization decreases the yield of agricultural products. However, the utilization of agricultural land located in salt affected area becomes important for increasing the agricultural production in the world. So, there is currently a great interest in the preventing measures of salinization and the effective methods for irrigation in salt affected area. The objective of this study is to consider the effects of mulching and geo-textile on the control of capillary water rise of salt groundwater. Therefore, several column experiments were conducted.

The results showed that A₀ layer mulching and vinyl mulching were not effective for decreasing capillary water rise in this experiment. And geo-textiles of cotton and nylon were effective for controlling capillary water rise of salt groundwater. However, EC_{1:5} increased at upper point of nylon geo-textile after 420 minutes passed under subsurface irrigation. It was considered that sodium diffused in the column under saturated condition through geo-textile.