

G-1 砂漠化防止対策適用効果の評価法の開発に関する研究

(3) 砂漠化防止及び再生技術の検索・評価

研究代表者 農業環境技術研究所 環境資源部 土壌管理科 土壌保全研究室 谷山一郎

農林水産省 農業環境技術研究所

(委託先) 東京大学

(社) 国際環境研究協会

松本 聡・石川祐一

久保田 光雄・平賀義彦・中田礼嘉

石川政憲・滝 義宏・山口良雄

平成7-9年度合計予算額 103,314千円

(平成9年度予算額 39,101千円)

[要旨] 砂漠化の進行が著しい砂漠化前線地域では、その進行をくい止め安定な環境を作り出すことが急務である。近年、我が国では砂漠化防止に利用可能な新しい要素技術の開発がなされてきた。これらの要素技術を組み合わせたシステムの導入により、砂漠化防止に寄与し、持続的な農業環境を創出することが期待される。そこで、「要素技術の検索・評価」を目的とした今回のプロジェクトでは、検索の結果、以下のような要素技術を評価の対象として挙げた。

- a. 太陽エネルギーを利用した淡水化技術
- b. 砂漠ストレスに耐性を持つ植物の検索及び利用
- c. 保水材等の土壌改良資材を用いた砂漠化土壌の改良

これらの要素技術の検証を西オーストラリア州における現地圃場で行い、以下の結果を得た。

- a. 太陽熱を利用した淡水化装置を圃場内で運転し、夏季には $3\text{L}/\text{m}^2/\text{day}$ の淡水が得られた。
- b. 植物の選抜を発芽試験、育苗場での播種・育苗、圃場への定植を通して行い、植生回復に有効な植物数種を選抜した。

c. 灌水管理等の問題から一部の樹種に限られたが、要素技術によって活着後の初期生育を促進させる効果が見られた。要素技術による生育促進は移植による定着後に認められ、定着そのものを高めるわけではなかった。灌水量の増加、定植時期の選定など適切な移植計画が重要であった。

[キーワード] 要素技術の評価、保水剤、菌根菌、腐植肥料、西オーストラリア

1. 背景および目的

乾燥地・半乾燥地での砂漠化・荒漠化防止・再生のためには、現地の自然条件を十分に把握し、環境容量に見合った適正な土地管理を計画し、技術的な対策を施すことが不可欠である。特に砂漠化の進行が著しい砂漠化前線地域では、その進行をくい止め、安定な環境を作り出すことが急務である。近年、我が国では砂漠化防止に利用可能な新しい要素技術の開発がなされてきた。これらの要素技術を組み合わせたシステムの導入により、砂漠化防止に寄与し、持続的な農業環境を創出することが期待される。砂漠化防止に関する要素技術の実証および開発について共同研究を行うことにより、新たな再生技術の開発と砂漠化地域の再生への国際的な体制確立に資するこ

とを目的に研究を行った。

「要素技術の検索・評価」を主眼とした今回のプロジェクトでは、検索の結果、以下のような要素技術を評価の対象として挙げた。

- a. 太陽エネルギーを利用した淡水化技術の研究
- b. 沙漠ストレスに耐性を持つ植物の検索及び利用
- c. 保水材等の土壌改良資材を用いた沙漠化土壌の改良

2.方法および圃場レイアウト

(1) 圃場

現地試験圃場を西オーストラリア州, Kalgoorlie 市街の西 20km, Kundana 地区にある Pancontinental Gold Operations PTY. Limited の Kundana 金鉱山の敷地内に設定した。6区 2.4ha の試験区を造成し, 灌漑のためのディーゼル発電および太陽光発電装置, 貯水タンク, 調整池, 排水設備, 淡水化装置および野生動物から試験区を保護するためのフェンスを設置した。

(2) 淡水化技術

今回用いた淡水化装置は, わずかに傾斜をつけた透明な屋根を持つ密閉した容器の中に原料水を入れ, 透明な屋根面を通過した太陽光により原料水を加温・蒸発させ, 屋根面表面で凝結させ, 純水として回収する 6m²(3m×2m)の装置である (写真 1)。

97 年 1 月から測定を開始し, 冬季を除いて測定を継続した。早朝に水深が 20mm となるように給水し, 翌朝までの蒸留量を 1 日の造水量とした。また, 圃場内の気象データとの関係を調べた。

(3) 沙漠ストレスに耐性を持つ植物の検索及び利用

沙漠ストレスとして, 成長に必要な水分が十分に得られない乾燥ストレスおよび良質でない水を灌漑水として用いたときに集積する塩類による塩分ストレスが考えられる。一方, 西オーストラリア州内では, 州農業省(Department of Agriculture), 州土地保全省(Dept. of Conservation And Land Management)などによって土壌・植生調査が全土的に行われている^{1,2)}。これらを参考に圃場周辺で植生調査を行い, 沙漠ストレスに耐性を持ち, かつ飼料・香料・医薬などの有用性から本実験で使用すべき植物を現地研究者と共同で検索した。これらの植物を候補として種を入手し, 発芽試験, 育苗・定植を行い, 発芽率・活着率を測定した。

(4) 保水材等の土壌改良資材を用いた沙漠化土壌の改良

土壌改良資材として内生菌根菌 (VAM), 根粒菌 (Rhizobium), 保水材 (N-アセチルアミド系;SAP), 腐植肥料 (Fertilizer), マルチ資材 (ウッドチップ;Mulch) を用いた。

これらの資材を単独あるいは混合施用し (表 1), 主として植物の生育調査により, 各処理区の効果を検討した。それぞれの処理方法は次の通りである。

- ・内生菌根菌—播種時にポット地表面に散布
- ・根粒菌—播種時にポット地表面に散布
- ・保水剤—定植時に苗の培土表面に塗布
- ・腐植肥料—定植前の耕耘時に圃場に混入
- ・マルチ資材—定植終了時に苗の周囲 30cm に散布

なお, 内生菌根菌, 根粒菌と共生できない樹種も存在するため, すべての処理をすべての樹種

に行わなかったわけではない(表 1, Treatment 欄参照)

灌漑排水技術の評価のために、点滴チューブ・植物周辺の土壌をサンプリングし、その塩濃度を測定した。

(5) 圃場レイアウト

圃場は 97 年 2 月に一部完成し、8 月にすべて完成した。97 年 6 月に圃場内に気象観測塔を設置し、気温・湿度・風向・風速・日射量・降水量の測定を行った。

圃場内では、防風・防砂林として高木種を定植し、その間に表土固定・放牧飼料用の灌木、または食料・地場産業のための花卉野菜を定植した。1 樹種 1 処理区につき 4~40 本、8~16 処理区で計 85~392 本を定植した。これらの技術の植生回復に対する有効性を検討した。

灌漑水は、耐塩性試験を育苗場で行った結果、雨水・圃場近くの露天掘り跡地に貯留された塩水(塩分濃度は 12,000~13,000ppm)と都市からの処理水を混合し、4,000ppm に調整した。灌漑は点滴チューブで行い、日平均灌水量が 5mm になるように灌水時間を調節した。

定植用の育苗は 97 年 1 月から、定植は 97 年 5 月から開始した。最初に定植された樹種に関しては、97 年 7 月、10 月、98 年 2 月に生育調査(生存率、樹高、97 年 10 月および 98 年 2 月には樹幅)を行った。

3. 結果

(1) 地域環境の定量

① 気象

現地で行った気象観測による結果を図 1(夏季の典型的な日射、気温、湿度、風速の日変化)、図 2(冬季の典型的な日射、気温、湿度、風速の日変化)、図 3(風向の月別分布)に示す。

② 土壌

1997 年 5 月、12 月に圃場から土壌サンプルを採取し、物理・化学分析を行った。分析した結果を表 2 に示す(粒径分布、透水係数、pH、イオン濃度、全炭素、全窒素)。表中の-F は腐植肥料無施肥区、+F は腐植肥料施肥区を示している。

(2) 太陽エネルギーを利用した淡水化装置

断熱材設置・非設置における晴天日の造水量と日射量との相関を図 4 に示す。

(3) 植物の選抜

種の入手性、発芽率、活着率を表 1 に示す。表の樹種のうち、括弧内に示されているものは慣用名である。

(4) 植生試験

97 年 5 月に定植された樹種のうち、生存率の高かった樹木・灌木・野菜 7 種について 98 年 2~3 月に生育調査を行った結果を表 3 に示す。また、特に改良資材の効果が顕著であった 2 種(Atriplex vesicaria, baby corn)については各処理の混合施用の効果について図 5 に示す。

また、植物周辺の塩の分布を図 6 に示す。

4. 考察

(1) 地域環境の定量

気象環境については、圃場選定の際の事前調査から予測されたとおり、明確な四季は存在する

ものの、典型的な乾燥～半乾燥気候であることが測定から示唆された。図 1 に見られるとおり、夏季には最高気温が 35～40℃にも達し、湿度は午後はほぼ 10%前後であり、特に昼間は非常に高温乾燥な状態が続く。しかも日本のような湿潤気候とは異なり、このような気象が 13:00～18:00 頃まで続き、最高気温は 16:00～17:00 頃になる。これは空気中の水蒸気が少ないために、地中に溜まった熱が容易に空気中に放射されないことが原因と考えられる。風速は日変化が大きいために一般的な傾向は把握できなかったが、平均 2～3m/s の風が吹き続けることが多かった。このような強風は植物自身のストレスになるばかりでなく、蒸発散を促進させ灌漑水の利用効率を低下させることになる。

それに対して、図 2 に示したように冬季の気温は 15～20℃、湿度も比較的高く穏やかな状態であるが、夜間には気温が 0℃近くまで低下し、植物の種類、特に野菜では霜害を受ける危険性がある。

図 3 に見られるように、風向については季節的な変動が見られた。この図はどの方角からの風が多かったかを百分率で示したものであるが、夏季には西～北西の風が、冬季には逆に、東の風が卓越していたことがわかる。圃場内は東西方向に垂直に、つまり南北方向に防風林を設置してあるが、この圃場レイアウトによれば樹木の防風効果が効果的に働くことが予想される。

次に土壌環境のうち物理性について粒度分布を調べた結果、土壌はシルト質埴土から軽埴土と判断された。透水性も良好とはいえず、排水不良が原因の塩類集積が起こる可能性があることを示している。

化学性については、サンプリングが降雨直後であったことから、洗脱された可能性が残った。弱アルカリ性の土壌が多いこと、表層部の塩濃度が高く、集積が起こっていると考えられること、全炭素、全窒素ともに低く、貧栄養状態であること、ナトリウムイオンは特に表層付近に偏在しており、ナトリウムが水溶性陽イオン中で優先的なイオンであることなどが特徴的であった。

(2) 太陽エネルギーを利用した淡水化装置

図 4 に示されたように、断熱材導入前(97年1～3月)の結果は当初予想された淡水回収量をはるかに下回るものであった。原因として断熱材が不完全なために水の加温に伴わない形での熱の損失が考えられた。そこで、9月に断熱材を新たに導入し測定した結果(97年11～12月)、回収量は約3倍に上昇し、断熱材の不備が低回収量の主な原因であることが示唆された。現地では夏季に 24～26MJ/m²/day の日射が見込めるので、2.5～3.0L/m²/day の造水が可能であると推察される。

造水量は日射量や外気温と相関があることが報告されており³⁾、今回の実験でも各気象条件との相関についても調べたが、特に強い相関は見いだされなかった。圃場実験のために研究室レベルよりも条件の制御が難しく、何らかの制限因子が存在することは予測されるものの、その特定には至らなかった。今後の実用化のためにも、この因子の特定が必要であろう。

(3) 植物の選抜

植物の選抜は、主に灌木種(shrubs)を中心に行われた。特に牧畜業での利用可能性が高いこと、高木種よりも成長が早く各種要素技術の評価に利用できることなどが主な理由である。表 1 中に示した樹種がその候補として挙げられたが、灌木種では種苗が入手できたのは実際の半分であった。入手不可能であった樹種の大部分は *Eremophila* 属が占めている。この種は美しい花を咲かせるために、特に園芸植物としての利用価値は高く、地元の園芸業者の期待も大きい、オース

トラリア国内研究機関の努力にも関わらず、発芽・育苗条件が明らかになったのはごくわずかにすぎない。このため、*Eremophila* 属に関しては、選抜試験を行わなかった。

発芽率は樹木・灌木種の種が入手できたものに対して行った。花卉野菜に関しては、農場・家庭菜園用の種を入手できたため、特に発芽試験は行わず、育苗場での育苗中の様子から明らかに90%以上であると確認した。ただし、*Petunia Fluffy Ruffles* は発芽率が著しく低かった。非常に小さい種にも関わらず覆土量が多かったことが原因と考えられた。高木種の発芽は非常に良好であったが、灌木種は10%以下のものも存在した。種の採取時期、気候状況によって発芽率が大きく変動することがあり、そのためにも発芽試験が必要不可欠である。興味深いのは *Frankenia* spp. と、*Maireana georgei* である。*Frankenia* spp. は発芽試験・育苗場での播種のいずれも発芽試験期間中には全く発芽しなかったものの、発芽試験終了後、育苗場では発芽・成長し、圃場への定植が可能だけの苗数が揃った。*M. georgei* は逆に発芽試験では良好な結果であったにも関わらず、育苗場では十分な発芽数が得られなかった。*Maireana* 属は種のまわりに固い外殻を持っているが、発芽試験の際にはこの外殻を取り除き、育苗場では外殻をつけたまま播種したことが原因の一つと考えられる。このように現状の発芽試験が育苗場・現場での発芽状況を適切に反映しているとは言い難く、今後検討の残る課題である。

育苗段階で十分な数の揃った樹種(高木4種、灌木6種、野菜8種)のみ移植を行ったが、その活着率は様々であった。

灌木種については *Senna artemisioides* 3種の活着率が低かった。これらはマメ科に属するが、一般にマメ科植物は耐塩性があまり強くないことが知られており、これらの樹種も他の3種ほど耐塩性が強くはなく、各土壌処理による効果が現れる前に多くの苗が枯死してしまった。移植直後の灌水管理の重要なことを認識させる結果となった。

また、花卉・野菜類は育苗中には菌根菌の定着により成長が著しく促進されることが確認された(写真2)が、活着率は著しく低かった。活着率が低下した原因として、移植時期が不適切であったことが挙げられる。労働力が不足していたために、定植時期が遅れ、盛夏での移植となってしまった。

(4) 土壌改良資材の評価

表3に示したように、前節で十分な活着率が得られた樹種に対して生育調査を行い、各種土壌改良資材の効果について検討した。

灌木のみ仮体積を求め比較したのは、特に *Frankenia* spp., *M. brevifolia* が初期生育段階で虫害に遭ったために、脇枝が発達して上方よりも側方に伸びたものがあり、樹高だけでは正確な評価ができないと考えたためである。保水剤(SAP)処理は統計的に有意であるとは言えないが、灌木3種の全てにおいて施用区の方が無施用区を上回った。腐植肥料については、*Frankenia* spp. で施用区が無施用区を若干下回ったものの他、2種では明らかに成長促進が見られた。マルチ処理については、*A. vesicaria* では施用によって成長促進が見られたが、*Frankenia* spp., *M. brevifolia* では逆に無施用区の成長が良好であった。アフリカ、東南アジアなどの熱帯地域では、マルチにシロアリが集まり虫害を引き起こした例が報告されており⁴⁾、この2種に虫害が多かったことも考えあわせると、熱帯地域と同様の現象が起こり、特にマルチを施用した植物体に虫が集まり、虫害が起こった可能性が考えられる。

高木種は、成長が遅いためか各処理での差はほとんどなく、あっても僅少であった。

野菜に関しては比較的活着率の良好だった *Gazania*, タマネギがウサギの食害に遭い, 生育調査が行えなかった。ウサギ用のフェンスを設置した後に定植したベビーコーン, トマトについて結果を示すが, トマトに対する内生菌根菌 (VAM) 処理を除いて, 処理区が無処理区を上回った。

以上のように, 植物の選抜試験ならびに植生試験結果を他地域で行われている植生の回復試験結果, たとえば中国・東部のアルカリ土地帯における石膏施用試験結果⁵⁾と対比させてみると, 本圃場における土壌改良資材の施用効果が表れていないことを指摘することができる。この原因は, 圃場に適用できる灌水量の相違あるいは試験圃場の立地条件とくに降水量, 気温, 蒸発散量など水収支の相違という植物の定着, 発根, 生育を一義的に決定づける要因が, 本圃場では制限されていたことにあると考えられる。そのために, 土壌改良効果が発現するには至らなかったと判断される。すなわち, 圃場での土壌改良効果を試験するには, 最低限度の灌水量の確保が必要であり, 本試験ではこの水量確保ができなかった。この推定は, 写真2のメロンの育苗試験における菌根菌の効果を検討した例が示すように, 育苗段階では植物の要水量は小さく, また日除けにより蒸発散が制限されているために, 最低限必要な水の確保が可能となり, 菌根菌の効果が顕著にあらわれている実験結果によって支持される。

前節で述べたように, ベビーコーン, トマトの活着率は30%であったが, 活着後の各種土壌改良資材による生育促進効果が見られた。このことは, これらの土壌改良資材が植物の活着促進よりも, むしろ定着後の成長促進に効果があることを示していると考えられる。活着促進のためには耐塩性の強い植物を選抜し, 移植時のショックをなるべく少なくするような移植計画を立てることが重要である。

土壌中の塩の分布については, 図6に示したように, 点滴チューブ直下は比較的低塩濃度に押さえられているのに比べ, チューブから離れるに従って, 高塩濃度になっており, 灌漑水によって塩が洗脱されている様子が観察できた。

5.まとめ

太陽熱を利用した淡水化装置を圃場内で運転し, 夏季には3L/m²/dayの淡水が得られることが明らかになった。

植物の選抜を発芽試験, 育苗場での播種・育苗, 圃場への定植を通して行い, 植生回復に有効な植物, 数種を選抜した。

灌水管理等の問題から一部の樹種に限られたが, 要素技術の実施によって活着後の初期生育を促進させる効果が見られた。要素技術による生育促進は移植による定着後であり, 定着そのものを高めるわけではなかった。灌水量の増加, 定植時期の選定など適切な移植計画が重要である。

引用文献:

- 1) Cunningham G.M., Mulham W.E., Milthorpe P.L. and Leigh J.H. (1981) Plants of Western New South Wales. Soil Conservation Service of NSW. NSW Government Printing Office.
- 2) Pringle H.J.R., Van Vreeswyk A.M.E., and Gilligan S.A. (1994) An inventory and condition survey of rangelands in the North-Eastern Goldfields, Western Australia. Western Australian Department of Agriculture, Technical Bulletin Number 87.

- 3) 石川祐一, 松本聰(1996)日本沙漠学会講演要旨集, 7, 7-8
 4) 浅川澄彦(1995)熱帯の造林技術, 89pp, 国際緑化推進センター
 5)環境リサーチ (1997)中国の砂漠化土壌改良のための脱硫石膏の有効利用に関する研究報告書

国際共同研究等の状況

本課題はオーストラリア西オーストラリア州 Curtin 大学との共同研究および西オーストラリア州政府, Goldfields Esperance Development Commision (ゴールドフィールド・エスペランス開発公社) と Kalgoorlie Consolidated Gold Mines Pty. Ltd. (カルグーリ合同金鉱山会社) の協力により推進された。

カウンターパート

Robert G. Svendsen : Curtin University of Technology-Kalgoorlie Campus

Brian Fergusson : Curtin University of Technology-Kalgoorlie Campus

Richard J. Harper : Department of Conservation and Land Management, Government of
Western Australia

Adrian R. Williams : Goldfields Esperance Development Commision

Gay Bradley : Kalgoorlie Consolidated Gold Mines Pty. Ltd.

研究発表の状況

論文

○Ishikawa, Y., Kubota, M., Hiraga, Y., Taki, Y., Takagishi, Y., Yamaguchi, Y., Ishikawa, M., Nakata, R., Miyamoto, H., and Matsumoto, S.(1998) Developing Environmental Rehabilitation and Arid Farming Systems: A Research Project in Kalgoorlie, Journal of Arid Land Studies, 7S, 277-280

○Ishikawa, Y., Aoki, T., Eguchi, K., Williams, A., and Matsumoto, S.(1998) Experimental Study for Evaluation of Soil improving materials in semi-arid area: A case study in Western Australia, Journal of Arid Land Studies, manuscript in preparation

学会:

石川祐一・松本 聰(1996)乾燥地・半乾燥地におけるマルチ技術の有効性の検討, 日本土壌肥料学会講演要旨集, 42, 5

石川祐一・松本 聰(1996)乾燥地・半乾燥地における太陽熱を用いた水資源の開発に関する研究, 日本沙漠学会講演要旨集, 7, 7-8

Ishikawa, Y., Kubota, M., Hiraga, Y., Taki, Y., Takagishi, Y., Yamaguchi, Y., Ishikawa, M., Nakata, R., Miyamoto, H., and Matsumoto, S.(1998) Developing Environmental Rehabilitation and Arid Farming Systems: A Research Project in Kalgoorlie, Poster session at Desert Technology IV and Engineering Foundation Conference

石川祐一, 青木卓也, 江口生世美, Adrian Williams, 松本 聰(1998)西オーストラリア・カルグーリーにおける緑化修復に関する研究(第2報) —植物選抜と各種土壌処理に対する反応, 日本沙漠学会講演要旨集, 9, 31-32

表1 選抜した樹種、活着率および発芽試験結果

Species	seed availability	germination rate (%)	Transplanting date	rooting rate	number of seedlings	treatment
<Trees>						
<i>Acacia craspedocarpa</i>	yes	92.0	Sep.-97	39.6	85	V,F,S,R
<i>Acacia acuminata</i>	yes	89.0	Dec.-97	87.1	240	V,F,S,R
<i>Eucalyptus torquata</i>	yes	120 ^a	Sep.-97	6.3	85	V,F,S,M
<i>Eucalyptus salubris</i>	yes	354 ^a	Dec.-97	82.3	240	V,F,S,M
					650	
<Flowers and Vegetables>						
<i>Petunia spp</i> ('Fluffy Ruffles')	yes	<10.0	-	-	0	V, F, M
<i>Allium fistulosum</i> (Onion)	yes	>90.0	Sep.-97	39.0	384	V, F, M
(Baby Corn)	yes	>90.0	Feb.-98	30.2	392	V, F, M
<i>Palcus carota</i> (Carrot)	yes	>90.0	Sep.-97	5.7	384	V, F, M
<i>Gazania spp</i> (Gazania)	yes	>90.0	Sep.-97	71.6	384	V, F, M
<i>Chrysanthemum morifolium</i> (Chrysanthemum)	yes	>90.0	Feb.-98	<5.0	392	V, F, M
<i>Sorghum hybrid</i> (Sorghum)	yes	>90.0	Feb.-98	<5.0	392	V, F, M
<i>Lycopersicon esculentum</i> (Tomato)	yes	>90.0	Feb.-98	31.3	392	V, F, M
<i>Cucumis melo</i> (Melon)	yes	>90.0	Feb.-98	<5.0	392	V, F, M
					3,112	
<Shrubs>						
<i>Atriplex bunburyana</i>	yes	4.5	-	-	0	
<i>Atriplex vesicaria</i>	yes	66.8	Jun.-97	96.0	384	S, F, M
<i>Cralystylis subspinescens</i>	yes	4.4	-	-	0	
<i>Dodonea lobulata</i>	yes	14.5	-	-	0	
<i>Frankenia spp</i>	yes	0.0 ^b	Jun.-97	86.7	384	S, F, M
<i>Maireana brevifolia</i>	yes	30.5	Jun.-97	69.4	384	S, F, M
<i>Maireana georgeii</i>	yes	79.0 ^c	-	-	0	
<i>Senna artemesiodes ssp. artemesiodes</i>	yes	46.5	Jun.-97	7.6	384	V, F, M
<i>Senna artemesiodes ssp. nemophila</i>	yes	46.0	Jun.-97	9.9	384	V, F, M
<i>Senna artemesiodes ssp. struii</i>	yes	56.5	Jun.-97	10.2	384	V, F, M
<i>Cassia oligophylla</i>	no	-	-	-	-	
<i>Eremophila glabra</i>	no	-	-	-	-	
<i>Eremophila granitica</i>	no	-	-	-	-	
<i>Eremophila maculata</i>	no	-	-	-	-	
<i>Eremophila minista</i>	no	-	-	-	-	
<i>Eremophila oldfieldii</i>	no	-	-	-	-	
<i>Eremophila scoparia</i>	no	-	-	-	-	
<i>Olearia muelleri</i>	no	-	-	-	-	
<i>Scaevola spinescens</i>	no	-	-	-	-	
<i>Stipa scabra</i>	no	-	-	-	-	
					2,304	
Total					6,066	

a: The numbers mean germination number (plants/g) instead of percentage, because it was difficult to count small seeds.

b: The species grew well after the germination test.

c: The species did not grow as well under the nursery condition as the germination test.

表2 土壌の物理・化学性

Treatment	pH	EC dS/m	CEC cmol/kg	P ₂ O ₅ mg/kg	Total N %	Total C %	Mg ppm	Ca ppm	K ppm	Na ppm
-F 0- 5cm	7.46	1.45	1.32	89.5	0.040	0.357	42.4	41.0	25.5	44.4
-F 5-10cm	7.02	0.006	2.43	22.8	0.052	0.376	62.9	54.7	25.4	1209.3
-F 10-15cm	8.24	0.554	2.41	12.4	0.063	0.387	48.8	16.4	11.4	613.5
-F 15-20cm	8.65	2.06	2.60	6.1	0.062	0.365	58.3	25.5	16.2	734.1
-F 0- 5cm	6.87	4.01	3.61	22.8	0.055	0.493	125.9	1093.4	51.4	1839.9
-F 5-10cm	6.63	0.013	3.27	53.3	0.052	0.580	1.4	36.6	17.6	894.0
-F 10-15cm	8.33	0.012	2.75	9.9	0.039	0.214	3.7	0.9	12.9	0.0
-F 15-20cm	8.35	1.569	5.23	8.8	0.050	0.225	33.2	11.0	14.4	432.9
Good grow 0- 5cm	8.30	0.002	1.26	25.3	0.055	0.348	120.0	0.8	13.6	0.0
Good grow 5-10cm	8.85	0.003	2.21	19.9	0.039	0.238	852.2	0.6	3.4	0.0
Good grow 10-15cm	9.59	0.279	3.66	33.7	0.032	0.217	357.4	0.6	9.1	0.0
Good grow 15-20cm	9.73	0.210	4.73	23.2	0.046	0.268	98.0	0.8	3.0	1190.4
Poor grow 0- 5cm	8.76	0.043	43.68	100.7	0.069	0.730	0.7	20.1	15.1	0.0
Poor grow 5-10cm	8.55	0.04	43.02	61.3	0.055	0.368	2.6	1.7	13.7	576.9
Poor grow 10-15cm	9.22	0.015	44.76	56.3	0.051	0.366	2.5	1.2	0.0	269.1
Poor grow 15-20cm	8.54	0.00022	45.84	24.5	0.050	0.236	0.1	0.9	946.3	4992.0

fine sand(%) 39.1

silt(%) 29.3

clay(%) 30.3

permeability 1.1×10^{-4} cm/s

Light clay

表3 1998年2月における土壌改良資材による生育促進の効果

Species	Treatment	applied	not applied
<i>A. vesicaria</i> canopy(dia.) x height (cm ³)	SAP	43,903	39,632
	Fertilizer	49,429 **	34,288
	Mulch	43,753	39,913
<i>Frankenia spp.</i> canopy(dia.) x height (cm ³)	SAP	2,570	2,210
	Fertilizer	2,304	2,474
	Mulch	2,029 *	2,717
<i>M. brevifolia</i> canopy(dia.) x height (cm ³)	SAP	34,840	33,914
	Fertilizer	37,489 *	30,157
	Mulch	24,631 **	42,069
<i>E. salubris</i> height(cm)	SAP	34.63	35.13
	Fertilizer	35.86	33.89
	Mulch	34.42	35.28
	VAM	35.00	34.73
<i>A. acuminata</i> height(cm)	SAP	37.94	35.03
	Fertilizer	37.83	34.95
	VAM	37.80	35.13
	Rhizobium	35.60	37.32
Baby Corn height(cm)	Fertilizer	39.71 **	28.53
	Mulch	35.79	33.08
	VAM	35.38	33.53
Tomato height(cm)	Fertilizer	28.87	24.93
	Mulch	29.14	25.93
	VAM	25.85	27.86

*,** significant at the 0.05 and 0.01 probability levels respectively

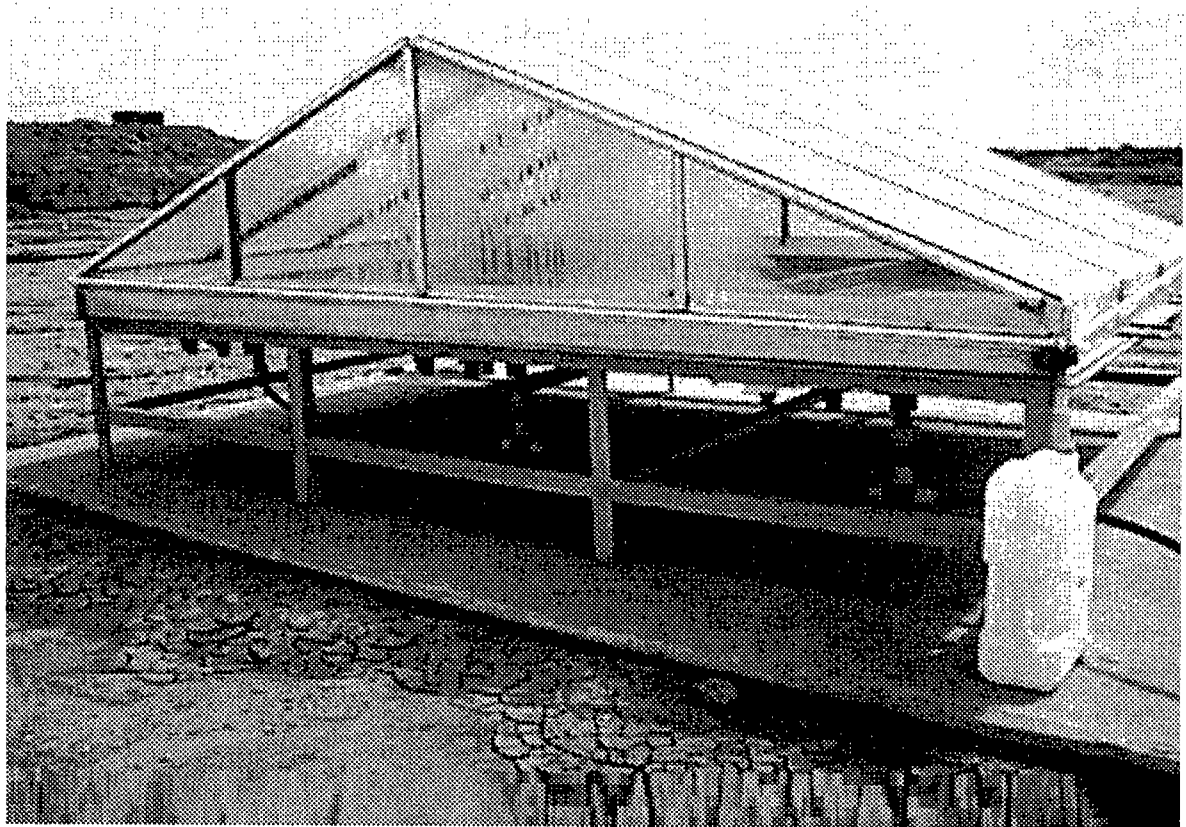


写真1 太陽熱を利用した淡水化装置全景

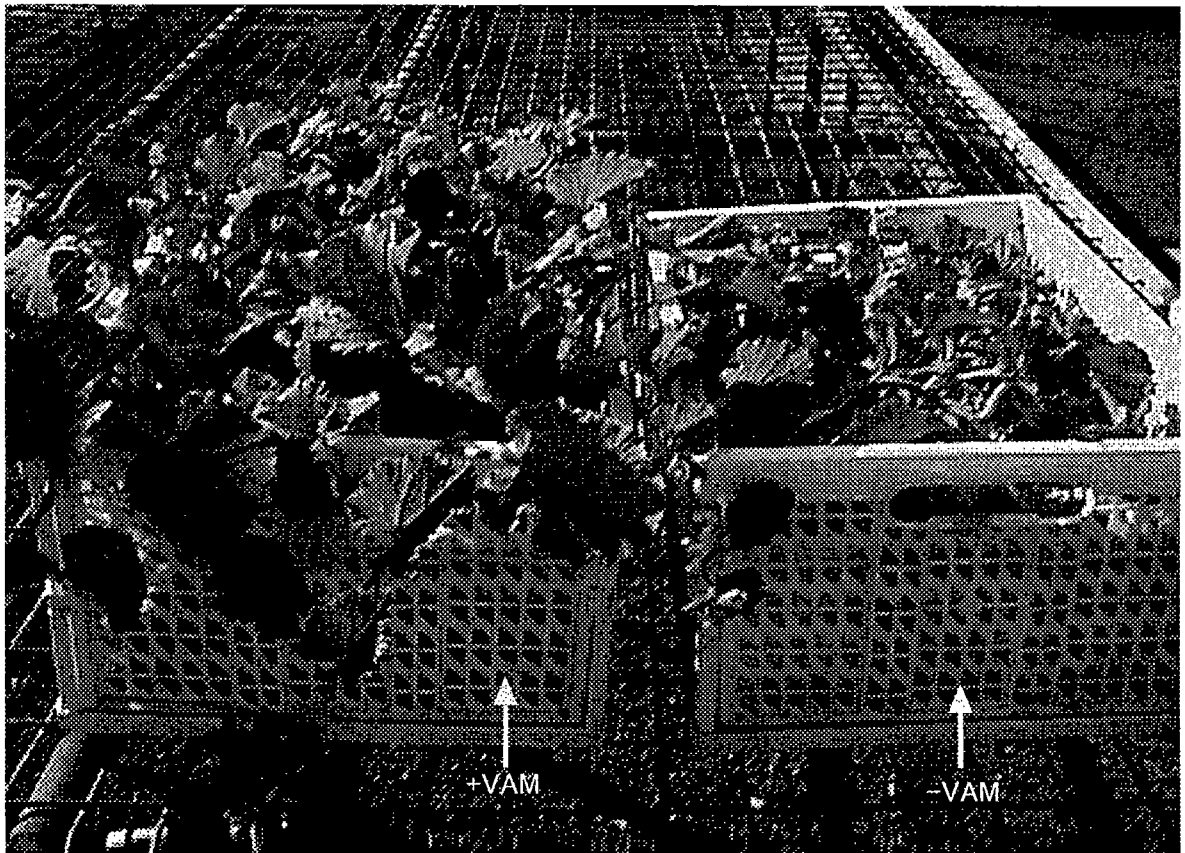


写真2 育苗段階におけるVA菌根菌によるメロンの生育促進

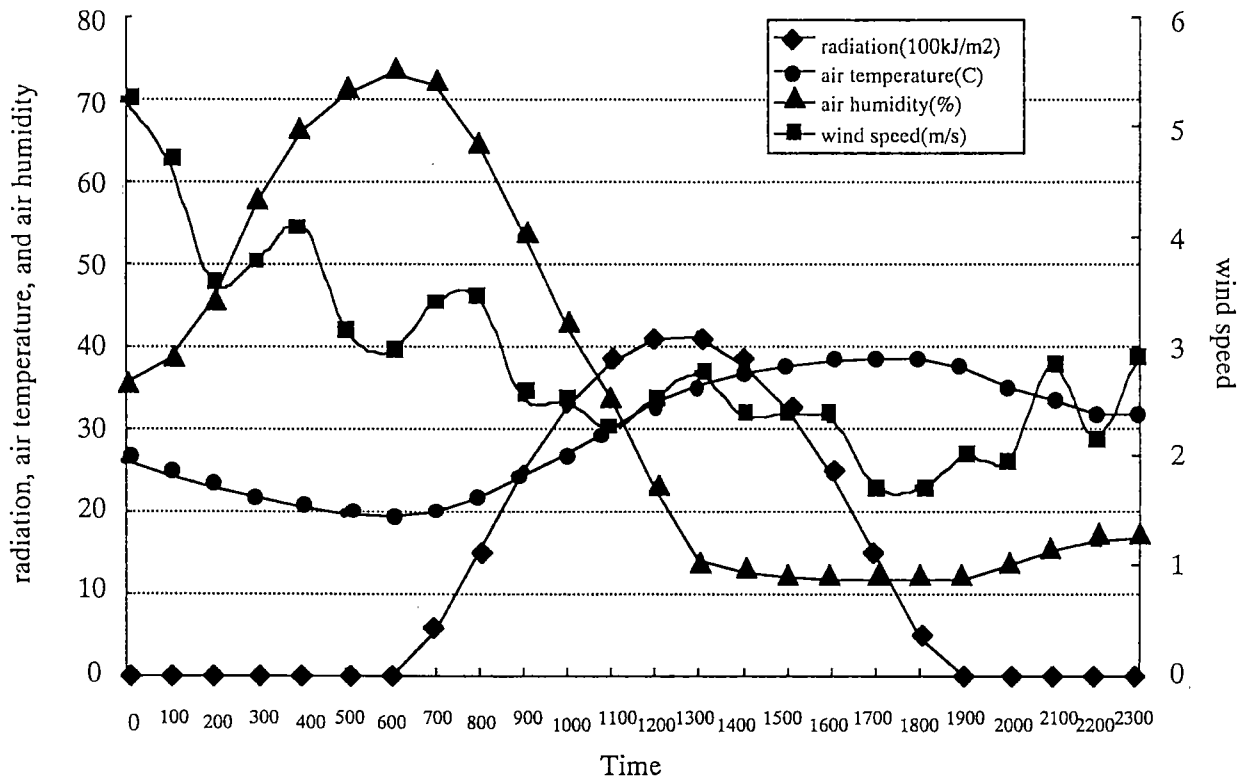


図1 夏季における典型的な気象の日変化(1998/01/09)

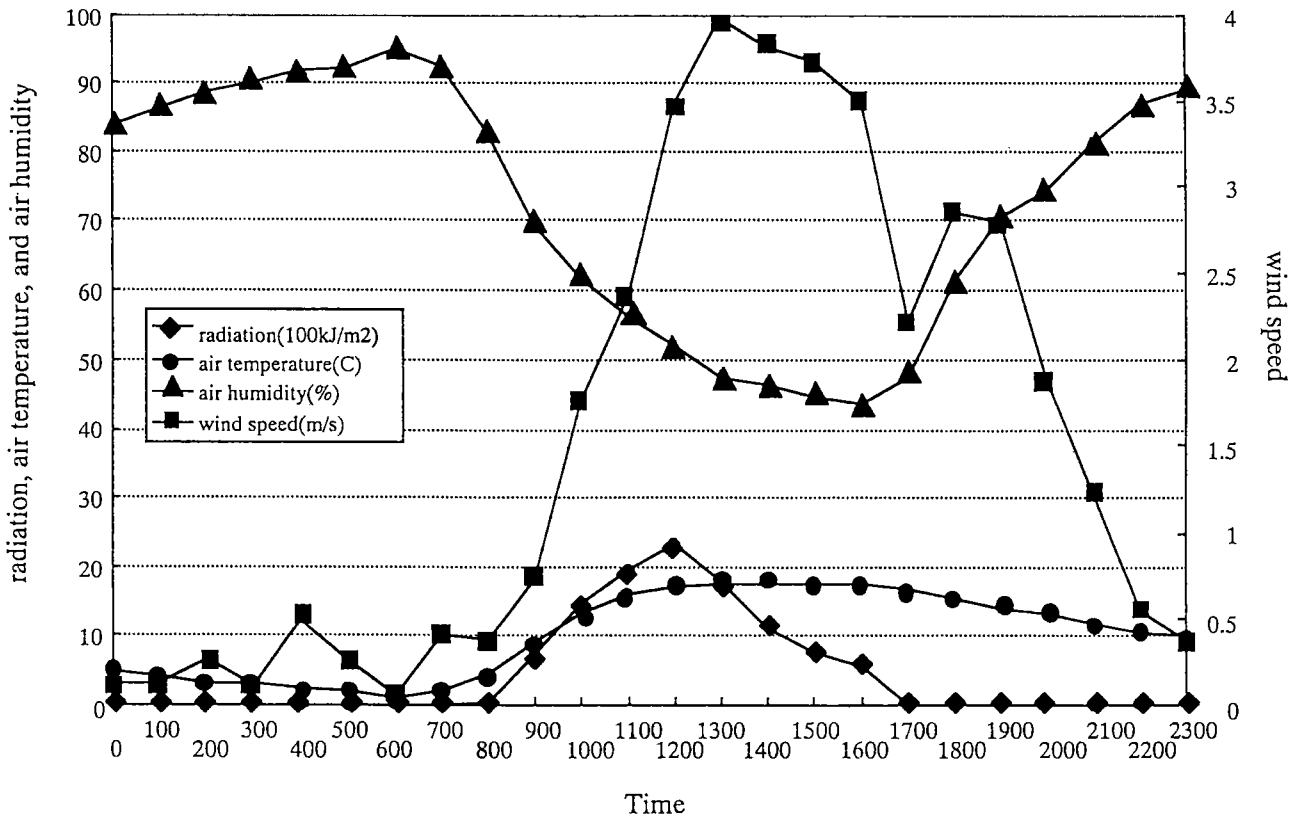


図2 冬季における典型的な気象の日変化(1997/06/09)

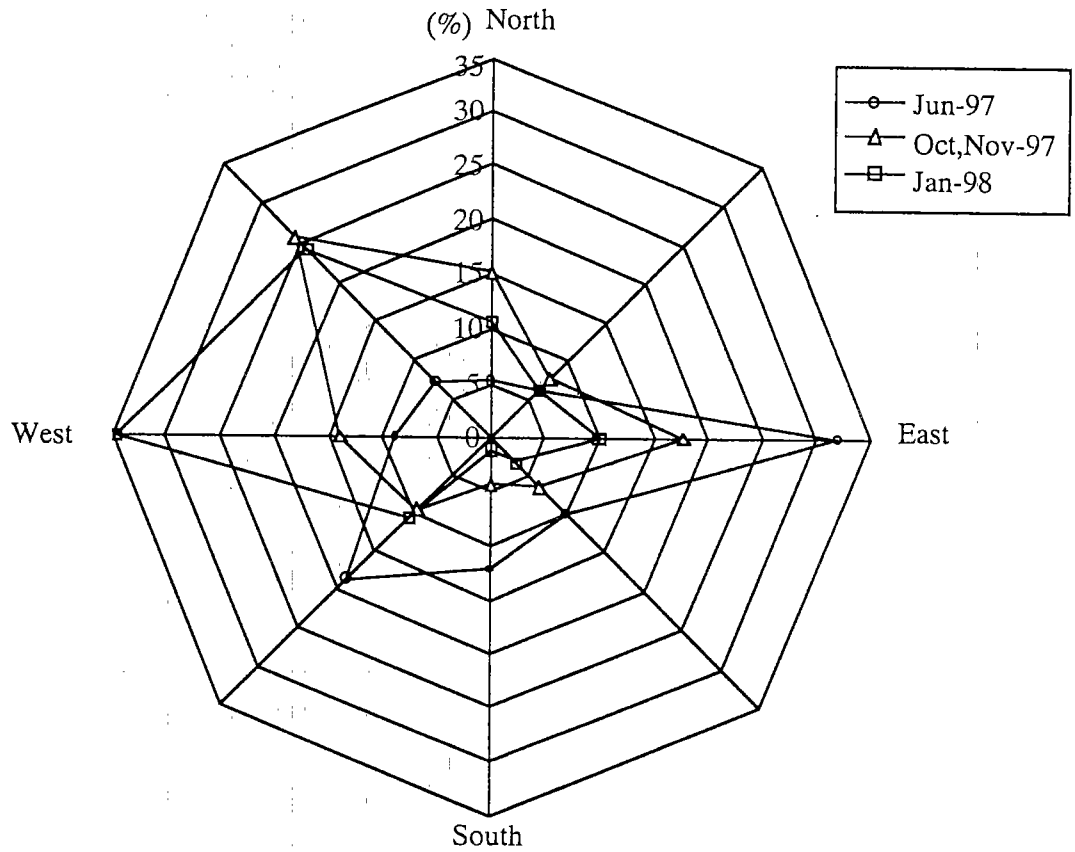


図3 1997年6月からの風向の変化

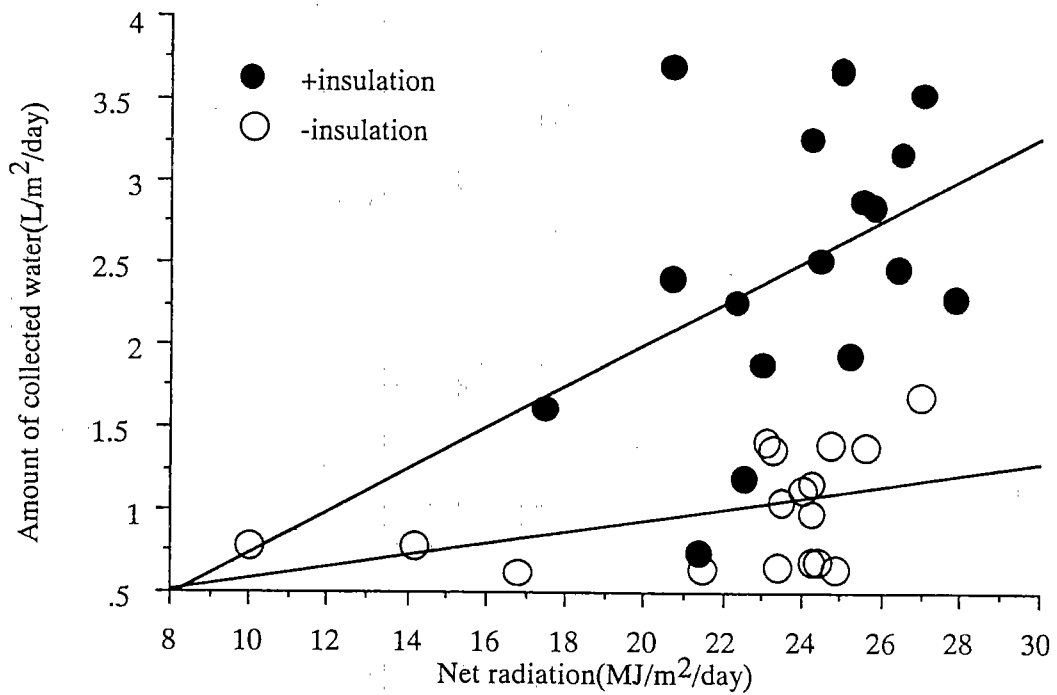


図4. 断熱材導入前後の太陽熱淡水化装置による造水量と全天日射量との相関

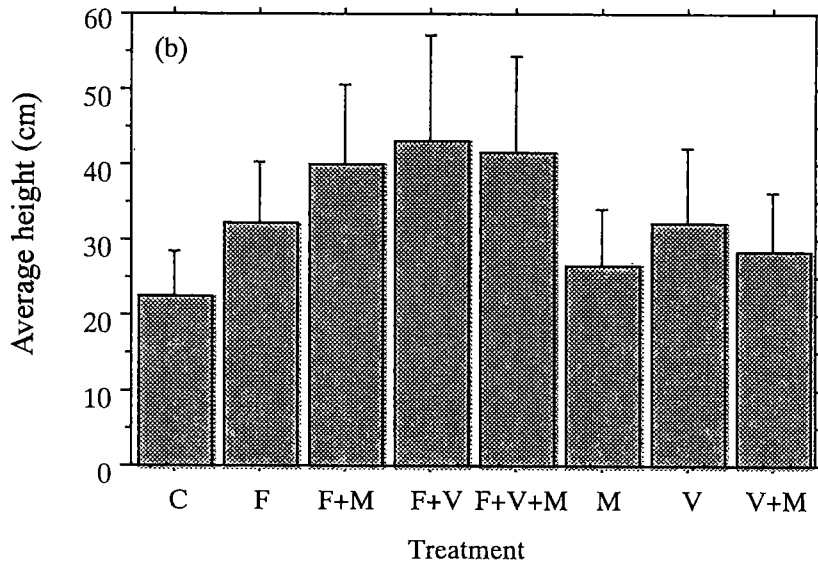
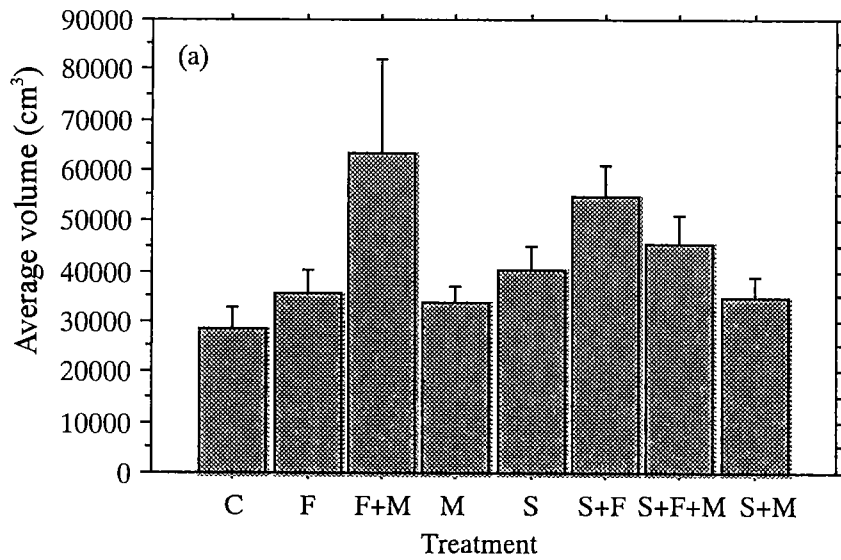


図5 A. vesicaria(a)とトマト(b)への各種土壌改良資材の施用効果

A-3(vegetable)

D-2(native shrub)

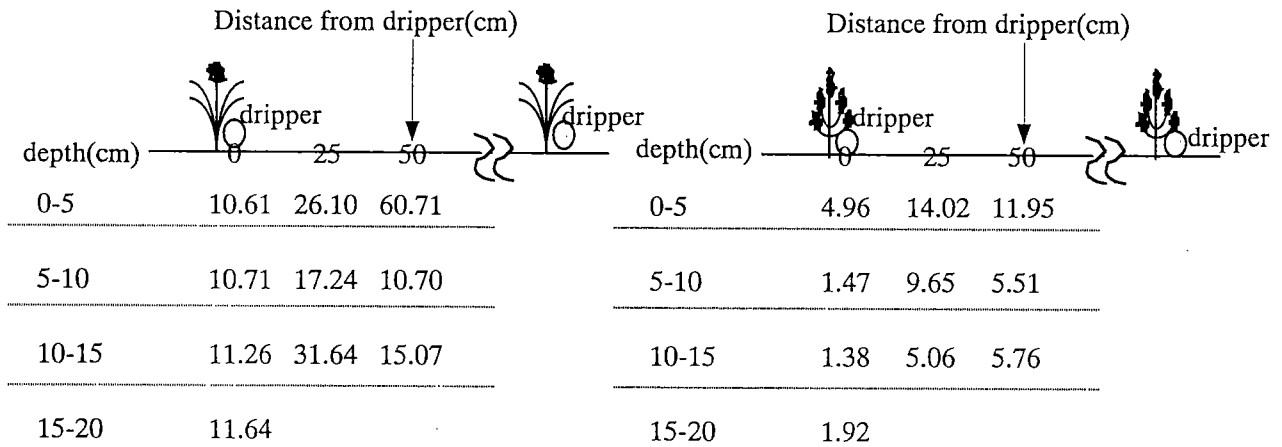


図6 野菜および灌木種の根圏域における電気伝導度(ECe; dS·m⁻¹)の変化