

保水剤利用による乾燥地緑化に関する研究 (第8報)  
保水剤を含む土壌からの水分蒸発特性

遠山 柁雄\*・筑紫 二郎\*\*・河野 洋\*\*・  
島崎 俊宏\*\*

Studies on Afforestation in Arid Zone by Utilization  
of Water Holding Substances (VIII)  
Evaporation Characteristics of the Soil Containing  
the Water Holding Substances

Masao TOYAMA\*, Jiro CHIKUSHI,\*\* Hiroshi KOUNO\*\*  
and Toshihiro SHIMAZAKI\*\*

Summary

Water evaporation experiments were carried out over a period of 7 months for soil samples, some containing different moisture-retaining agents and some containing no agents. All soil samples were kept in holding vessels set in greenhouses. Additionally, experiments on evaporation from these moisture-retaining agents themselves, using no soil, also carried out.

In the first experiment, using soil-bound moisture-retaining agents, the recurrence of evaporation and application of water during the seven months showed that the water-retention capacity of the moisture-retaining agents decreased slightly over time. The evaporation rates from soil with the moisture-retaining agents were higher at high water-content and lower at low water-content than the evaporation rates from the soil without these agents.

In the second experiment, evaporation from the moisture-retaining agents themselves showed also that those agents having a low water-expansion capacity may tend to have a higher ratio of water-retention relative to those agents of ability allowing a greater capacity for water-recycling.

---

\* 砂丘利用研究施設乾燥地生態部門

\*\* 鳥取大学農学部農地造成学研究室

\* *Division of Arid Land Agro-ecology, Sand Dune Research Institute*

\*\* *Laboratory of Land Reclamation Engineering, Tottori University*

## はじめに

乾燥地では、降水量が少ないため作物栽培に十分な水資源の確保が難しく、農業・行うには節水灌漑が余儀なくされている。節水灌漑法としては、点滴灌漑や地下灌漑があるが、さらに節水効果を高める目的で保水剤の使用が検討されている。

保水剤にはこれまでいろいろのものが製品化されているが、材料によってその吸水倍率が異なることが示されている。そこで、種々の作物、樹木に対して、保水剤を土壤に混合した場合、節水効果、生育増大効果があるのかどうかについて一連の研究を行ってきた。その結果、保水剤の混合割合を適切にした場合、著しい増収効果が得られ、特に節水下での作物栽培に対して保水剤の有効性が認められてきた<sup>1~8)</sup>。

しかしながら、保水剤自体灌漑水と同時に養分も保持するため、少量灌水、少量施肥の場合保水剤の混合が作物生育に逆効果を及ぼすことが確認されている。また、保水剤を多量に混合した場合、灌漑水によって保水剤が膨潤し、土壤粒子の間隔が狭まることによって、土壤の通気性が低下し、作物の生育が不良になることも報告されている<sup>2)</sup>。

一般に、灌漑された水は深層浸透や蒸発による損失水と、土壤間隙中に残留する貯留水とに分かれる。貯留水は作物根によって吸収可能な水である。浸透損失を少なくし、土壤の保水性を高めるために保水剤が利用される。土壤に保水剤を混合すれば、一方において透水性、通気性が低下し、元の土壤とは水分の挙動が大きく異なることになる。したがって、蒸発特性も大きく変化することが考えられるが、このことについてはまだ未知の問題である。

本研究では、保水剤の種類によって蒸発量にどのような相違が生ずるかについて実験的検討を行った。従来の一連の報告は保水剤混合による野菜の生育<sup>2,4,5,6,8)</sup>、樹木の活着<sup>3,7)</sup>等作物を指標とした保水剤混合の効果を調べたものであった。その結果、保水剤混合は混合量、混合法、灌水方法、量などによって異なるものの、総合的見地から有効であると考えられた。このため、本報告は植物の影響を一切除去した条件下で保水剤の蒸発特性を調べ、各種保水剤の有する特徴を明確にし、作物の生育効果へ与え

る影響の一端を明らかにしようと試みた。

## 試料及び実験方法

第Ⅰ実験に使用した土壤カラムは、径15.8cm、高さ19.5cmの1/5000a樹脂性ワグネルポットである。ポットの底に礫を約3cmの厚さで敷き詰め、その上に24cm×24cmの寒冷紗を引いて、土壤試料を詰めた。土壤試料の種類は鳥取大砂丘研の砂丘砂（無処理）と砂丘砂に10種類の保水剤を混合したものの計11種類である。それぞれに対して3反復ずつ準備した。供試の保水剤名とその主成分等は第1表に示した。保水剤の混合割合は、自然乾燥砂の重量の0.1%とした。これは、保水剤の砂との混合比が0.1%程度のとき野菜の収量増加が著しいという報告<sup>2,4,5,6,8)</sup>に基づいている。実験の手順は次の通りである。まず、ポット（礫、寒冷紗を含む）の重量を測定する。重量測定には電子自動秤型式等を用いた。土壤試料をポットに詰め、ポット上部から水を供給し、ポットの底から水が流出するのを確認する。給水後、10時間放置し、水を浸透流出させる。放置後の状態を初期条件とするので、このときのポットの重量を計量する。その後、順次ポット全体の重量から蒸発水量を計算する。ポットの重量は、最初の1ヵ月間は毎日測定し、2ヵ月目以降から7ヵ月間は1ヵ月毎に測定した。1ヵ月毎の測定では、毎月水を十分に供給して蒸発実験を続行した。実験は、降雨を避けるため鳥取大砂丘研のアリドロン内降雨遮断大型ガラス室内において行った。参考として、気温（高さ0.2m）、日射量、蒸発量も同時に測定した。

第Ⅱ実験として、保水剤自体に水を吸収させた後蒸発させ、再び吸水させることによって保水剤の吸水能力の劣化を調べた。比較に用いた保水剤の種類は第1表に示す全15種である。保水剤はそれぞれ吸水の仕方、吸水倍率が異なるため、それら相互の比較は難しい。ここでは次の手順で実験を行った。

①蒸留水500mlに対し、ガラス棒で掻き混ぜながらゼリー状になるまで保水剤を加える。加えた保水剤の量を測定する。

②この試料を1日間放置し、上澄液を捨てる。

③残りの試料を内径5.6cm、高さ7cmの無色透明プラスチック製容器に入れ、3連としそれぞれの全重量

第1表 供試保水剤とその主成分, 特徴, 仮比重

保水剤名(メーカー)	主成分	特徴(吸水倍率)	仮比重
★ 1. KP6201(花王石鹼)	ポリアクリル酸系 高分子物質	白色粉末(400倍)	0.6~1.2
2. OKS7702 } (日本合成化学)	ポリビニールアルコール系 高分子物質	淡黄色粉末(150倍)	0.5~0.7
★ 3. OKS7703 }		淡黄色顆粒(150倍)	0.5~0.7
★ 4. KI201K(クラレ)	イソプチレン マイレン酸共重合物	白色粉末(200倍)	0.5~0.8
★ 5. IM1000 } (三洋化成)	デンブレン・アクリル酸 グラフト重合物	白色粉末(1,000倍)	0.4
6. ミズエース }		白色顆粒(1,000倍)	0.4
★ 7. イゲタゲルP(住友化学)	ビニールアルコール アクリル酸ソーダ共重合体	淡黄色微粉末(500倍)	—
★ 8. ジェルファイン107(ダイセル化学)	セルロース系	白色粉末(600倍)	0.5
★ 9. アラソープKR713 } (荒川化学)	合成ポリマー系	白色粉末(950倍)	—
10. アラソープG714C }		白色顆粒(950倍)	—
★ 11. アクアキープ(製鉄化学)	ポリアクリル酸塩系	白色顆粒(400倍)	—
12. アクリホープGH-1 } (日本触媒化学)	ポリアクリル酸系 高分子物質	白色粉末(600倍)	0.5~0.6
★ 13. アクリホープGH-5 }		白色顆粒(600倍)	0.5~0.6
★ 14. ダイヤウエットBS } (三菱油化)	ポリアクリル酸系 高分子物質	白色顆粒(860倍)	0.5~0.7
15. ダイヤウエットBF-18 }		白色粉末(860倍)	0.5~0.7

★: 第I実験に使用した保水剤

が150gになるようにする。

④この試料容器をガラス室内の高さ約70cmの台上に設置し, 蒸発させる。

⑤試料容器の全重量を毎日午後5時半に測定する。

測定には電子自動秤を用いた。

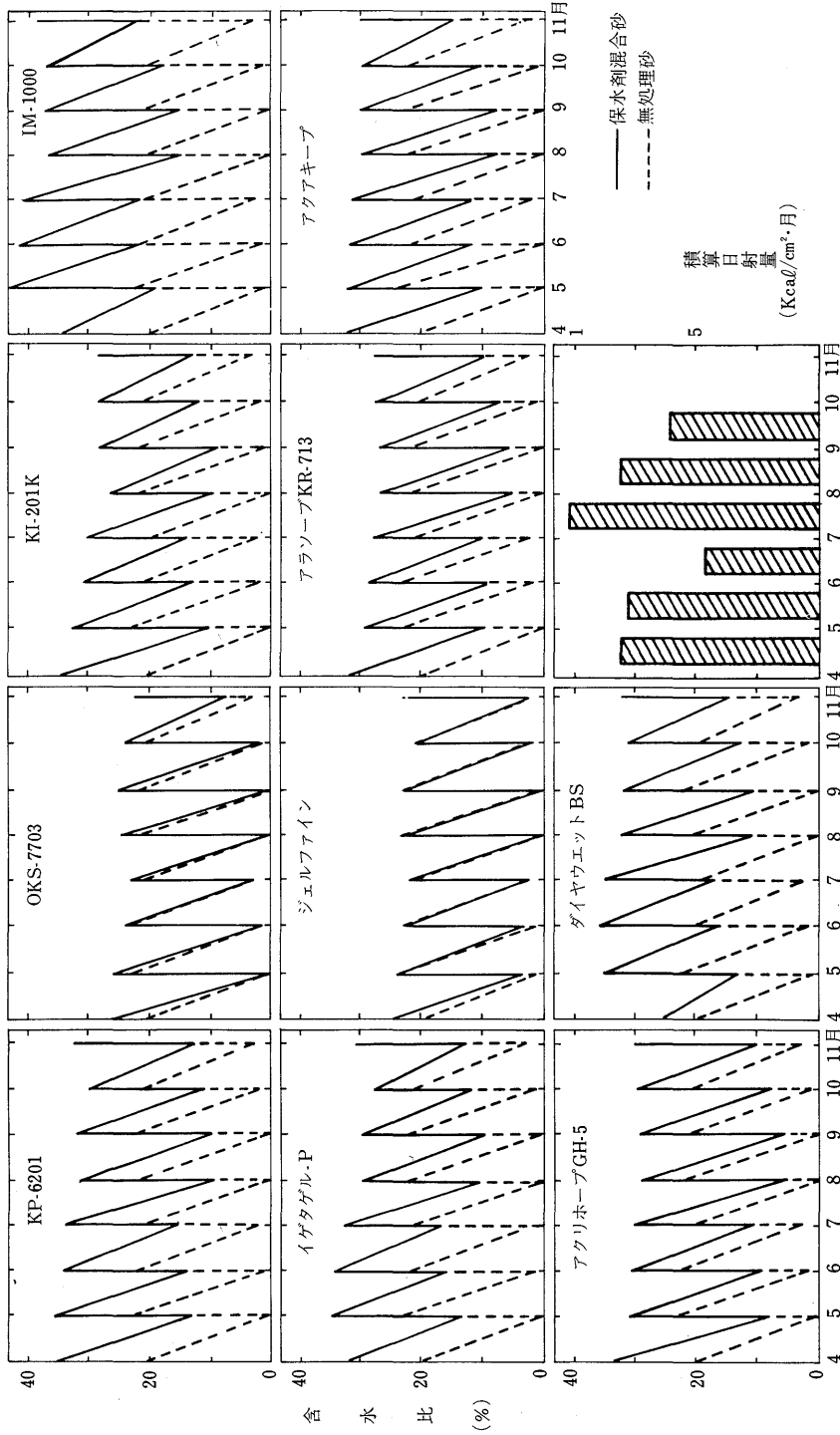
⑥15日間蒸発させた後の保水剤に, 再び給水させて, 元のゼリー状に戻す。そのときの試料容器の全重量を測る。

### 結果及び考察

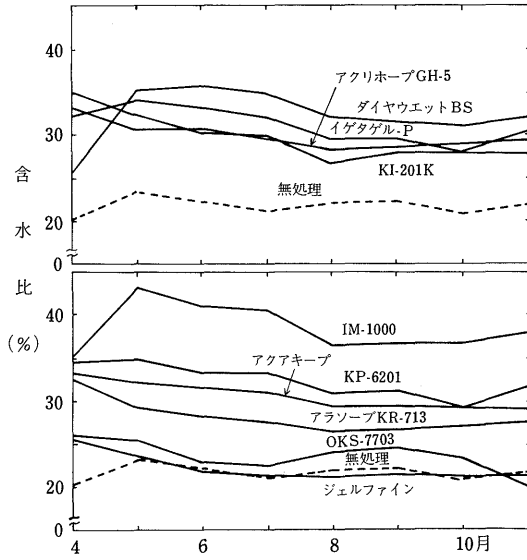
1985年4月から11月までの8ヵ月間の各月の始めと終わりにおけるポット内の平均含水比の変化を第1図に示した。同時に期間中の月毎の積算日射量の値を示しているが, 7月が最も多く, それに伴って含水比の低下も大きくなっている。含水比の低下はそのまま蒸発量に反映している。無処理の場合と比べると, 全体的にみて, OKS-7703やジェルファインの場合それほど含水比の値に差はないが, IM-1000やダイヤウエットBS, KP-6201の場合, 無処理の場合より約10%以上大きな含水比になっている。これは, 後者の3つが特に吸水量が高いことを意味している。

その他の場合はこれら2つのグループの中間的な値を示した。一つの例外として, アラソープKR-713の場合第1表に示したように吸水倍率が高いにもかかわらず, それほど高い含水比にならなかった。第1表に示される吸水倍率は各社のパンフレットから引用したものである<sup>9)</sup>。吸水倍率の測定は名社各様で一律でないため, この様な現象が示されたと思われる。

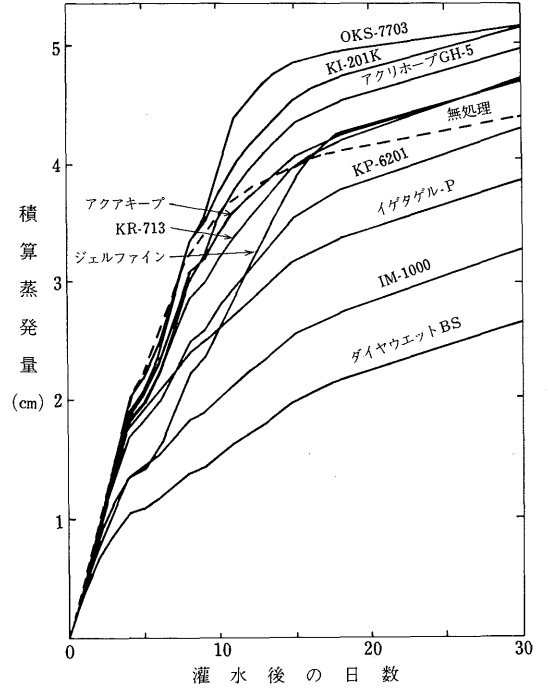
第2図には, 第1図に示した各月の初めにおける含水比, すなわち新たに給水したあとの含水比の月変化を示している。一般に, 保水剤は長期間使用しているうちにその効力が低下してくるものと考えられている。ここでは, その保水性の劣化を各月の初期含水比の変化から判断することにした。つまり, 乾燥, 湿潤をくり返すとき, 元の湿潤状態への回復力でもって保水能力をみようとするものである。第2図においては, 4月を除くと, 多少の例外はあるが, わずかながら含水比が低下しているのが分る。特に, 7月の多日射量の月以降では, IM-1000, KP-6201, アクアキープ, ダイヤウエットBS, イゲタゲル-Pの場合, 含水比の値は多少頭打ちで, それ以前の値よりも2~3%程度低下していることが分る。



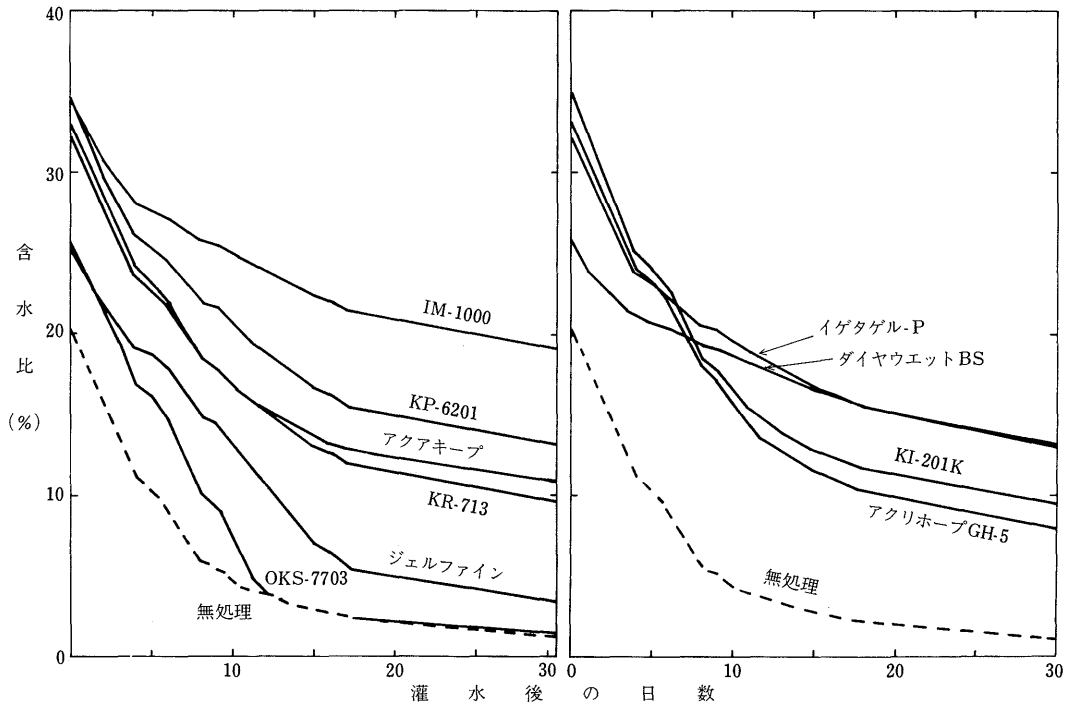
第1図 月別ポット内の含水比と積算日射量の変化 (1985年)



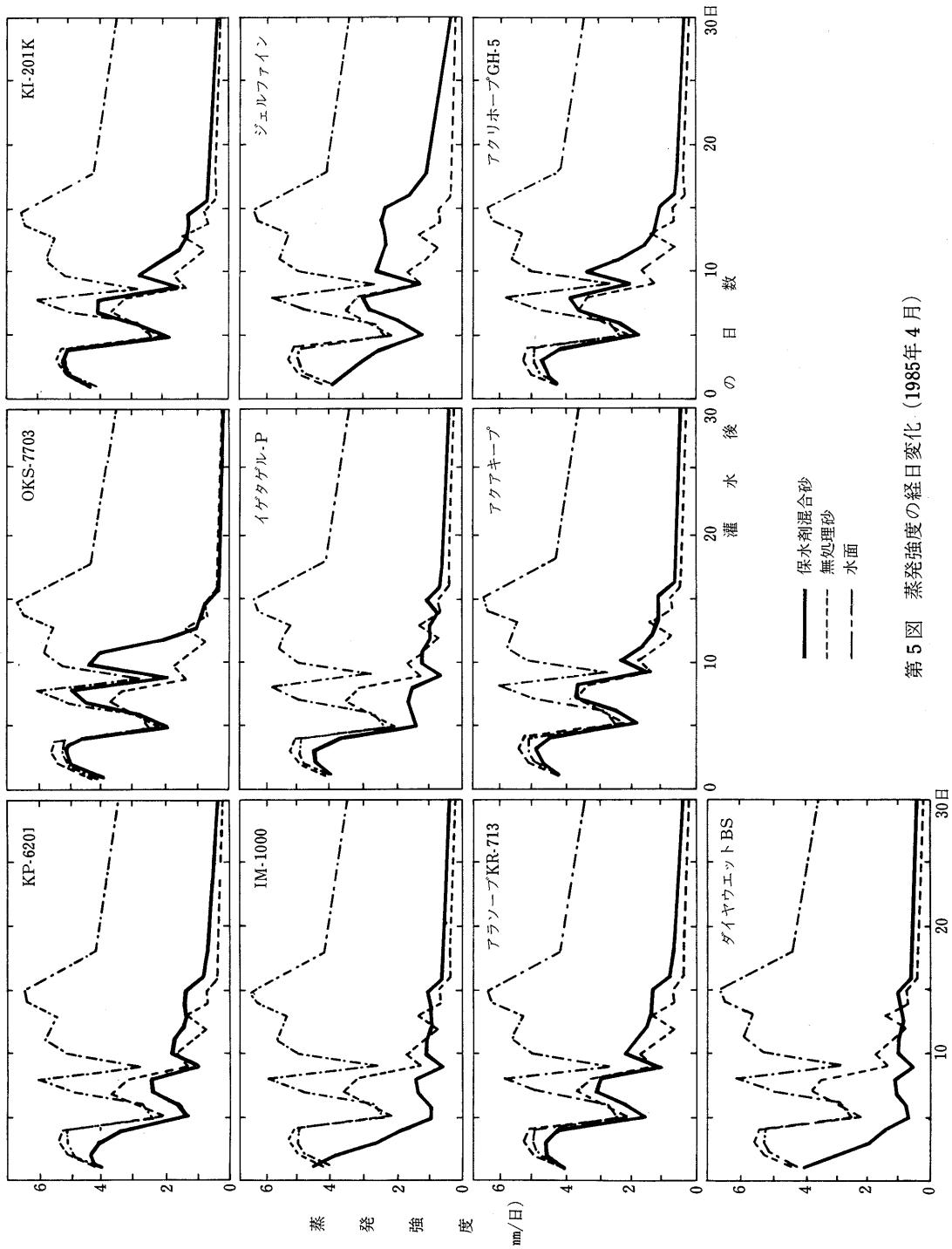
第2図 給水後の含水比の経月変化 (1985年)



第3図 積算蒸発量の経日変化 (1985年4月)



第4図 含水比の経日変化 (1985年4月)



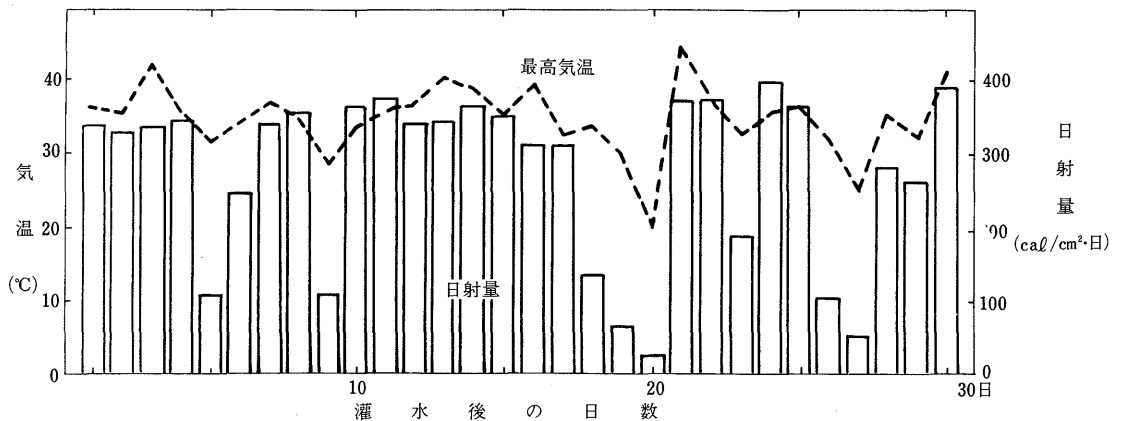
第 5 図 蒸発強度の経日変化 (1985年 4 月)

また、ジェルファイン、アラソープKR-713、アクリホープGH-5等は大体4、5月頃までに含水比が低下し、その後の含水比の変化はほとんどなかった。一方、OKS-7703やKI-201Kでは、含水比の多少の増減はあるものの変化の傾向ははっきりしなかった。この月始めの含水比の測定値はその前の月の土壤の乾燥程度や保水剤の混合状態等にも関係していると考えられるので、即座に保水剤の劣化があると判断するには本実験の結果のみでは無理があるように思われる。

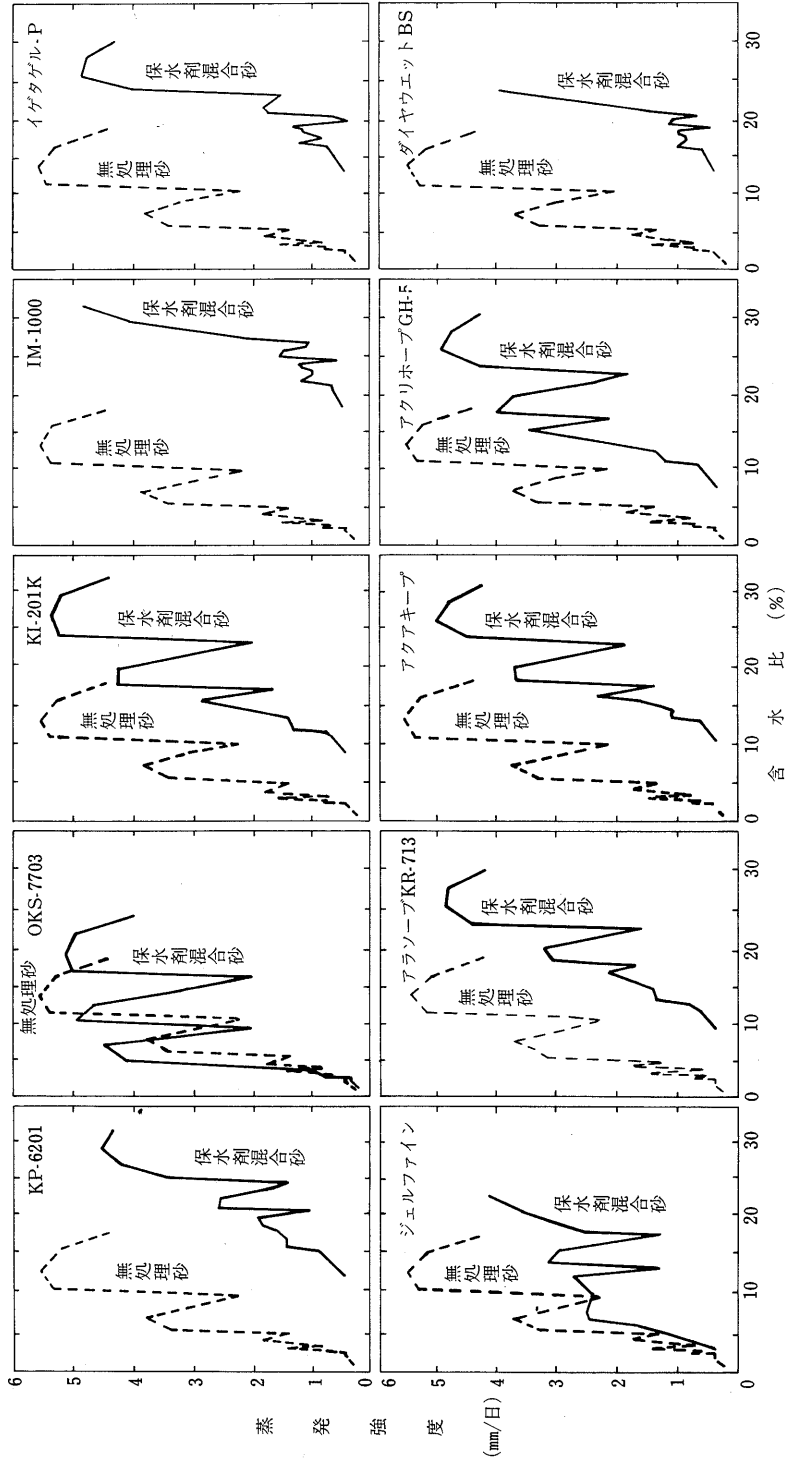
つぎに、最初の1ヶ月間、すなわち1985年4月の積算蒸発量の日変化を第3図に示す。最初の15日間の間では保水剤の種類によって積算蒸発量の大きさの順位に多少の入れ換わりがあるが、20日以降の結果では、OKS-7703が最大値を、ダイヤウエットBSが最少値を示し、イゲタゲル-P、ダイヤウエットBS、IM-1000とKP-6201が無処理より小さな値を示した。IM-1000の場合、第1日目はポットから溢れるほど膨潤し、その表面には亀裂が入った。3日後に入ると、表面に皮状の薄い砂の殻が出来た。この殻によって蒸発が妨げられていると考えられる。アクアキープ、アラソープKR-713、ジェルファインの場合は、15日までは積算浸潤量に関して互いに差を生じているが、20日過ぎではほとんど同じになっている。また、すべての保水剤に対していえることは、蒸発が少なくなった段階、例えば20日以降では、無

処理に比べて勾配が大きく、したがって蒸発強度が高いことである。このため地表における水分量も無処理の場合よりも高いことが推察され、保水剤の効果が見られていると思われる。

第4図には、土壤の平均含水比の日変化を示している。IM-1000の場合最も高い水分量を維持し、それに続いてイゲタゲル-P、ダイヤウエットBS、KP-6201、アクアキープの順に高い含水比を示した。OKS-7703の場合、実験開始においては含水比は無処理の砂よりも6%程高い値を示しているが、15日経過後には無処理砂とほぼ同じ値になった。アクアキープ、アラソープKR-713、KI-201K、アクリホープGH-5、ジェルファインの値は、KP-6201とOKS-7703との間の値にある。いずれの場合も指数関数的に含水比が低下しているが、OKS-7703の場合、その低下割合が最も大きいようである。この結果から判断すると、IM-1000を始めとする吸水倍率の高い保水剤は、OKS-7703に比べて保水性が高く、蒸発損失が少ないといえる。第4図において、30日経過後の含水比はほぼ風乾値に達しているものと仮定すると、初期の含水比から30日後の含水比を差し引いたものが、いわゆる作物に利用できる有効水分となるであろう。そのように考えると、IM-1000を始めとする高い吸水倍率の保水剤はOKS-7703よりも多量に水分を吸収しているにもかかわらず、有効水分が少ないと考えられる。既報<sup>7)</sup>に見られるようにキリシマツツジの



第6図 日射量及び日最高気温の日変化 (1985年4月)



第7図 含水比と蒸発強度の関係



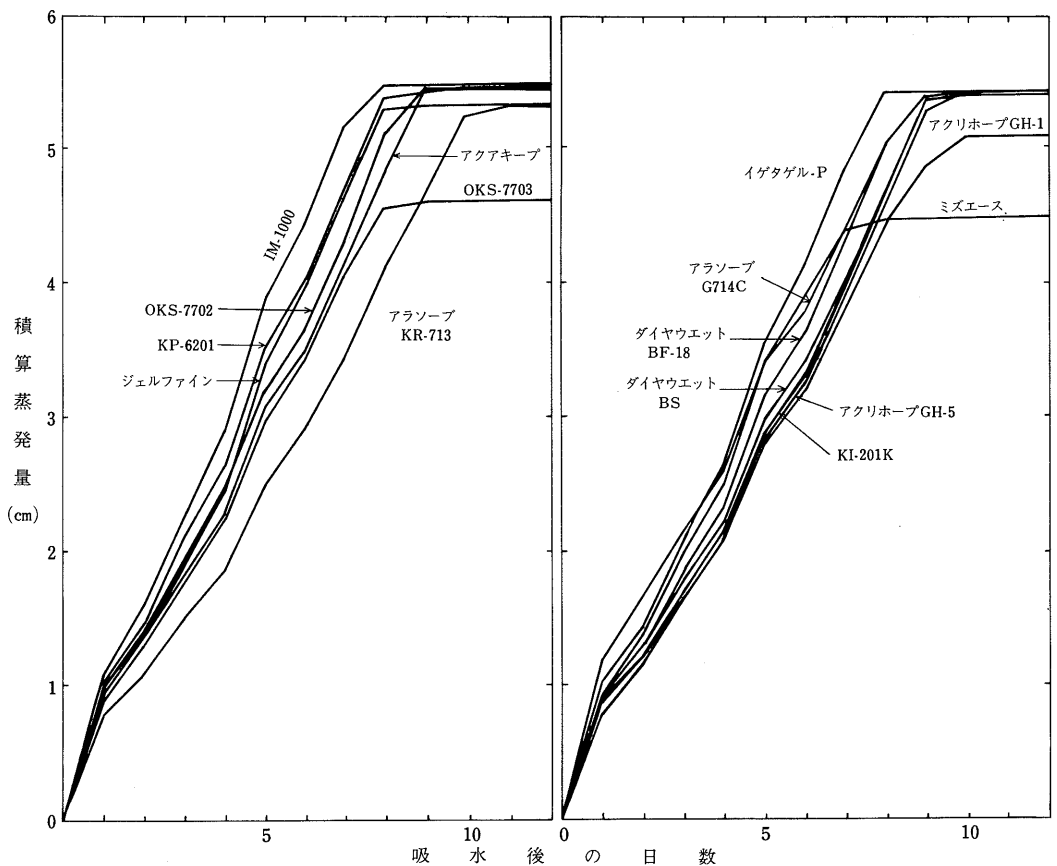
活着、生育に対するOKS-7703とIM-1500BGの混合効果に大差ない結果が示されているが、このことは、保水剤の有する保水能とは別に作物、樹木に対する有効水分の差と考えられよう。保水剤の農業利用に対して重要なことは、生理用品や紙おむつ等と異なり、吸水倍率よりもむしろ有効水分量の多少である。このため、農業用保水剤は比較的弱い吸引力で多量の水を保持し、作物の要求に応じて適宜放出し、作物が吸水に対して多大なエネルギーを消費しないことが重要である。

第5図には、日蒸発強度の日変化を、第6図には、日射量及び日最高气温の変化を示した。5日目と9日目における蒸発強度の落ち込みは、この日射量の変化と相関があるようである。無処理の砂の場合の蒸発強度は、最初の6日目までは最も大きく、逆に11日経過後では最低近くなっている。このように無

処理の砂では、保水剤混入土よりも砂粒子の間隙が大きく、水蒸気の通気性がよいため、水分が多いときは蒸発が盛んであるが、一旦土壌が風乾状態になってしまうと極端に蒸発量が低下してしまうものと考えられる。OKS-7703の場合も、無処理と同様な変化をしていて、他の保水剤の場合と異なり水離れがよいようである。

第7図には、土壤含水比と土壤からの蒸発強度との関係を示している。IM-1000やKP-6201の場合、水分が多いとき蒸発量が多いが含水比が少しでも低下すると蒸発強度が急激に低下する一方、OKS-7703や無処理土では、水分が多い時に比べて多少含水比が低下してもそれほど蒸発強度は低下しないが、含水比が10%以下になると急激に低下することが示されている。

以上の実験から、保水剤を含む砂からの蒸発特性

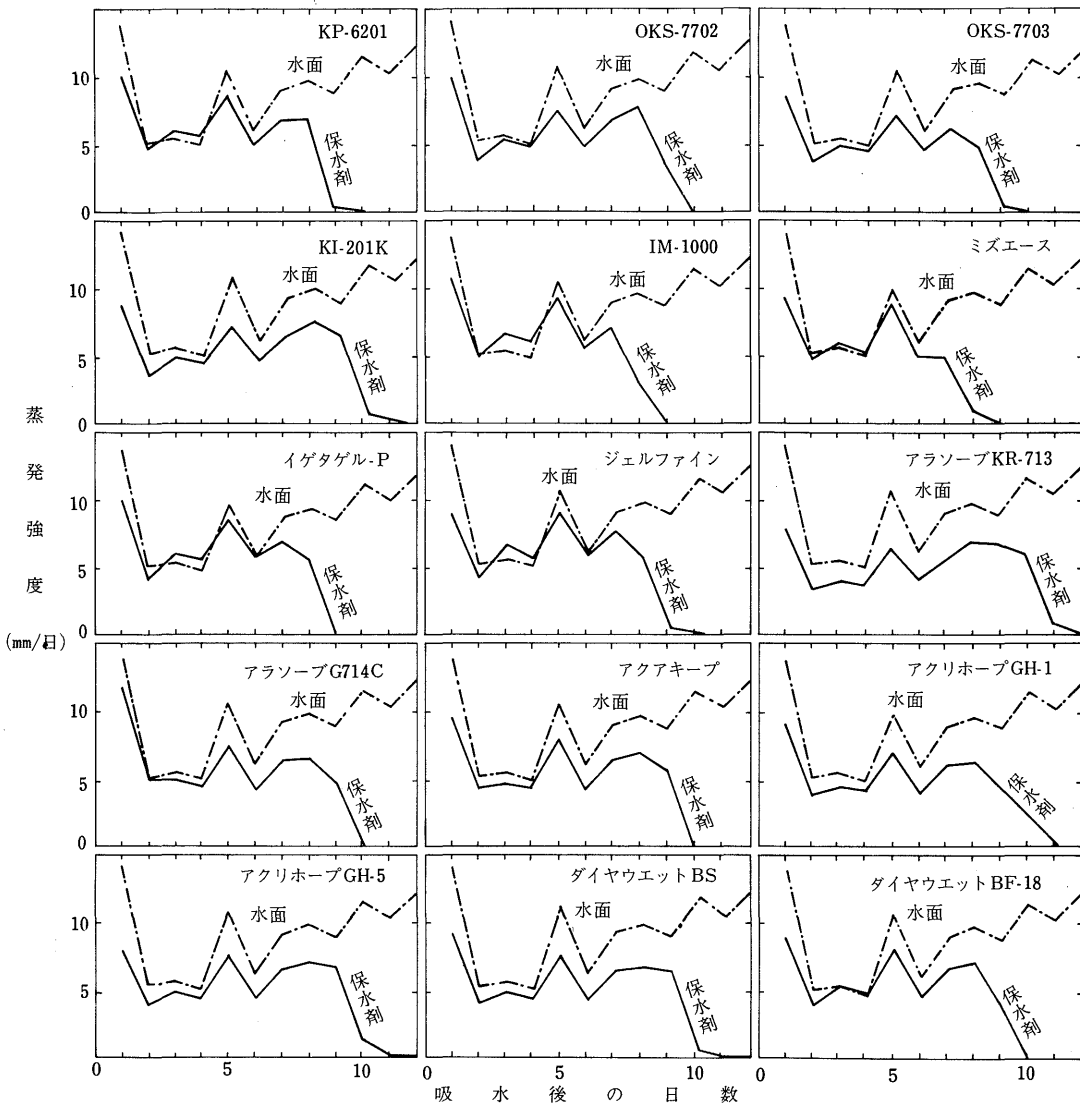


第8図 積算蒸発量の経日変化

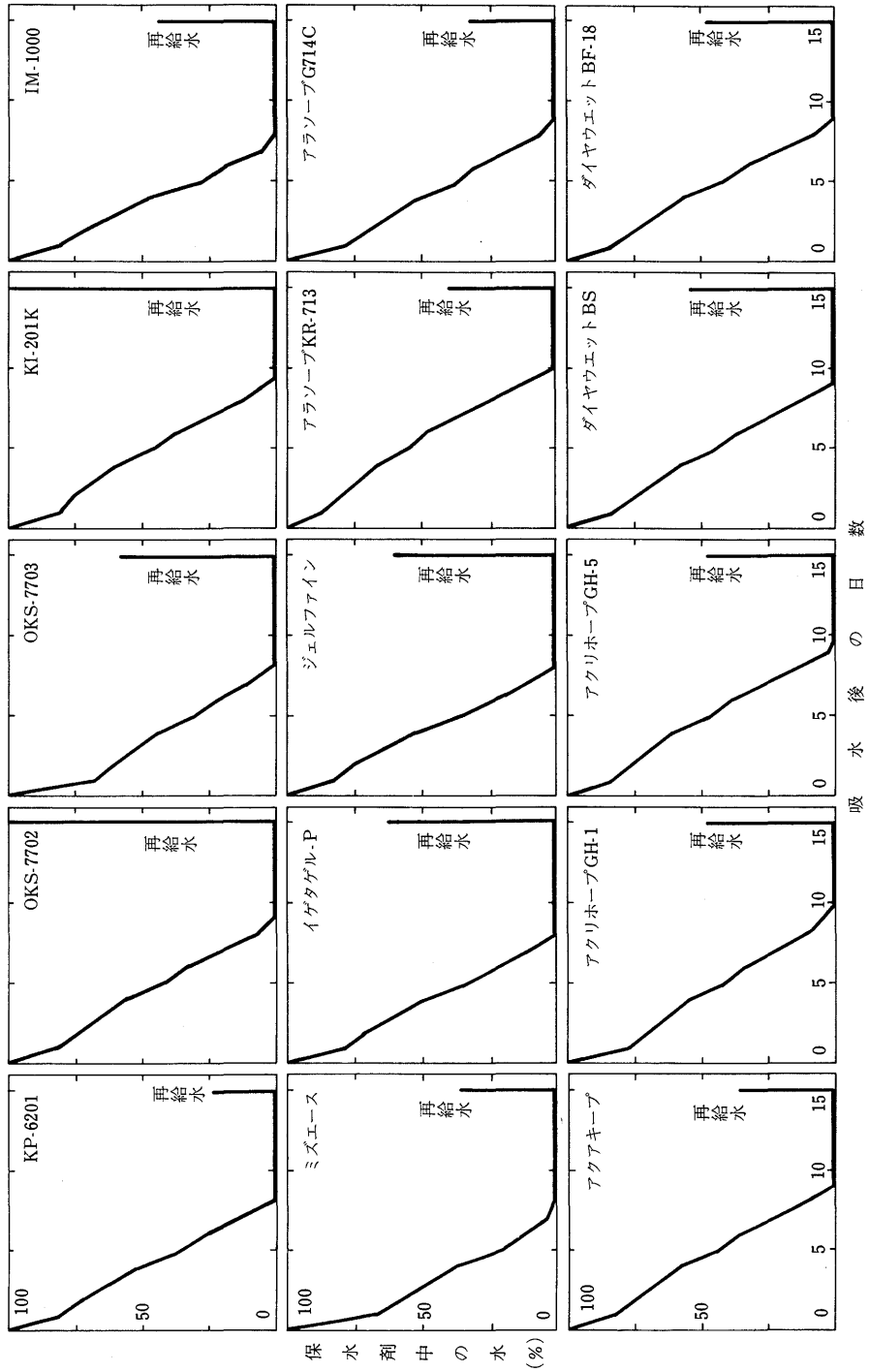
がある程度明らかとなったが、これらの効果は、保水剤の混合状況、つまり均一性にも依存すると考えられるので、第Ⅱ実験として保水剤だけからの蒸発量の測定を試みた。保水剤に水を吸収させた場合、ジェルファイン、アクアキープは液状になり、アラソープKR-713、KP-6201、IM-1000はノリ状に、OKS-7703は乾燥状態の形を保ったまま膨む。

第8図には積算蒸発量の経日変化を、第9図には蒸発強度の経日変化を示した。3～4日目を除くと、全ての保水剤からの蒸発も水面蒸発よりも少なく

っている。IM-1000、ミズエースは、アラソープKR-713やアクアキープ等比べて早く蒸発してしまった。この結果は一見第Ⅰ実験の結果と矛盾するようであるが、この場合IM-1000やミズエースは吸水倍率が高い保水剤であるから、実験条件（保水剤+水+容器が150g）の状態では他の保水剤に比べて蒸発容器中の含有保水剤の量が少ないためにこのような結果になったものと考えられる。蒸発後の形態を見てみると、ジェルファイン、アラソープKR-713は透明な膜が形成されるのに対し、アクアキープ、KP-6201、



第9図 蒸発強度の経日変化



第10図 保水剤中の水の経日変化と15日目における吸水の回復度

OXS-7703等は容器の側、底面に固体が形成されていた。

第10図には、各保水剤中に含まれる水の割合（初期水分量を100とした割合）の経日変化と15日目における保水剤の回復度を示している。保水剤中の水分の割合の経日変化は、各保水剤の間でそれほど差がなかった。15日目の保水剤の回復度をみると、KI-201KやOXS-7702は100%近くの高い値を示しているが、アラソープG714C、ミズエース、KP-6201、アクアキープ、アラソープKR-713、IM-1000は20～40%と小さい値を示している。後者のグループの方が保水剤としての劣化が大きいと推測される。その他の保水剤の回復度は、大体50%前後であった。

本実験においては無色透明のプラスチック容器に含水させた純品保水剤を入れて直射日光条件下で蒸発させ、15日経過後に再度含水させることによって各保水剤の劣化状況を見ようとした。また、砂と保水剤の混合による場合の1ヵ月毎の含水量の変化状況も各保水剤の土壌中の劣化を見ようとしたものである。特に砂との混合の場合7ヵ月の経過後もほとんど含水量は減少せず、砂中での劣化は見られなかった。しかしながら、実際の作物栽培においては作物根の存在等により土壌微生物相も異なるであろう。このため、本実験における以上に保水剤の劣化は早いであろう。また逆にプラスチック容器と異なり保水剤に直射日光が当たることは表面に出た保水剤のみに限られるので、劣化の程度は第9図に示されている値よりは小さく、また、劣化が始まる時期も遅いと考えられる。いずれにせよ本実験においては、作物を除外した条件という現実の農業場面ではありえない条件下の実験結果である。このため、本実験結

果のみで、各保水剤に対する劣化の大小を論じることが不可能であると考えられ、なお実験を継続するつもりになっている。

## 摘 要

砂丘砂に保水剤を混合した土壌に対して、蒸発特性を調べた。得られた結果は次のとおりである。

1. 7ヵ月に亘る蒸発・灌水のくり返しを行ったところ、土壌の含水比の回復力に多少の低下は見られたが、これが保水剤の劣化だと判断するには無理であった。

2. 保水剤を含む土壌からの蒸発は、土壌水分が高いとき無処理の土壌の場合よりも小さいが、土壌水分が低いとき逆に大きくなる。

3. 吸水倍率が高い保水剤を含む土壌では吸水倍率が低い保水剤を含む土壌に比べて、蒸発量が少なかった。

4. 保水剤自体の劣化を調べてみると、吸水倍率の低い保水剤の方が高い保水剤よりも劣化が小さい傾向が見い出された。

## 文 献

1. 川島他：1984. 砂丘研究. 31(1).
2. 竹内他：1983. 砂丘研究. 30(2).
3. 遠山他：1983. 砂丘研究. 30(2).
4. 遠山他：1984. 鳥取大砂丘研報. 23.
5. 遠山他：1984. 砂丘研究. 31(1).
6. 竹内他：1984. 砂丘研究. 31(2).
7. 遠山他：1985. 鳥取大砂丘研報. 24.
8. 遠山他：1985. 砂丘研究. 32(1).
9. 遠山：1985. 道路と自然. 47.