

保水剤利用による乾燥地緑化に関する研究 (第3報)
2種の保水剤混合によるパクチョイの生育

遠山 柁雄* · 竹内 芳親* · 中出 吉彦* · 杉本 勝男*

Studies on Afforestation in Arid Zone by Utilization
of Water Holding Substances (Ⅲ)
Chinese Cabbage, Pak-choi (*Brassica chinensis* L.)
Yield by Mixture of Sand and the 2 Kinds
of Substances

Masao TOYAMA,* Yoshichika TAKEUCHI,* Yoshihiko NAKADE*
and Katsuo SUGIMOTO*

Summary

1. Growth of chinese cabbage, Pak-choi, was investigated by the mixture of sand and two kinds of water holding substances, KP 6214 and OKS 7703. The mixture ratio of water holding substances into sand was 0, 0.1 and 0.3% of sand weight. The Ultradrip hose was used for this experiment. For the purpose of changing the amount of irrigation water a single or double Ultradrip hose was set on each treatment. Experiment 1 (summer season experiment) started on July 13, and experiment 2 (autumn season experiment) on September 25, 1983.

2. In the summer season experiment, the fresh weight ratio to the 0% mixture of water holding substances treatment was 1.2 in the case of 0.3% - single hose and was 3.9 in 0.3% - double hose, respectively. In the autumn season experiment, the ratio was 2-3 in 0.3% - single hose and was 1.6-1.7 in 0.3% - double hose, respectively. The inverse result was shown between the summer and autumn experiments.

* 砂丘利用研究施設乾地生態部門

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

はじめに

筆者らは乾燥沙漠地の緑化に対する保水剤の効果あるいは利用方法等について一連の実験を行ってきた。前報^{1,2)}までは花王石鹼の保水剤 KP6201 とパルプ粉末を混合し、ペレット状に整型加工した KP6214 の利用であった。ガラス室内でのハウレンソウの生育に対してかん水量との兼ね合いで調査した結果では KP6214 を 0.3~0.5% 程度砂との混合が最適であり、混合量を増加すると逆に生育は阻害される様に考えられた。このため本報告ではハウレンソウで得られた結果と傾向の反復、追試を兼ねて高温、低温には比較的強いが、乾燥に弱いといわれているパクチョイを供試して大型ガラス室内で保水剤の効果の普遍性を調べた。播種期を 7 月中旬と 9 月下旬の 2 回に分けてパクチョイの収量実験を実施した。これは第 1 実験の 7 月中旬播きは最も暑く、日射量の多い時期であり、作物の水分要求度の最も多い時期での実験である。一方、第 2 実験の 9 月下旬播きでは気候も温和になり、作物の水分要求度、砂の乾燥度も実験 1 に比較して小さくなった時期である。この実験 1, 2 の比較の上で作物の水分要求度を異にする時期での保水剤混合の効果の比較を合せ行うことを本報の研究目的の 1 つとした。

さらに、本報においては花王石鹼 KP6214 の他、日本合成化学の OKS7703 の使用も行った。OKS7703 の場合はパルプを混合した KP6214 と異なり、純品である。KP6214 ではハウレンソウの実験¹⁾の他、戸外無かん水条件下での 8 種の緑化樹²⁾に対しても顕著な効果が見られた。この様な保水剤使用の効果が KP6214 にとどまらず保水剤全般に見られる効果であるかどうか本報告における研究目的の 1 つでもあった。しかしながら、2 社間の製品の性能テストを行うことが本研究の目的ではなく、また、一方は純品であり、他方はパルプ混合による使用面での簡便性をねらった製品である。KP6214 の場合製品の単位重量当りの純品保水剤は OKS7703 と比較して少量である。

以上の様な考えのもとで、本報告はパクチョイを供試して、2 種の保水剤と点滴かんがい方法の併用により研究を進めた。研究は乾燥沙漠地での作物栽

培を考慮に入れて鳥取大学砂丘研の降雨遮断大型ガラス室内（アリドトロン）で行った。得られた結果は乾燥沙漠の緑化法に利用することを常に念頭においた。

材料および方法

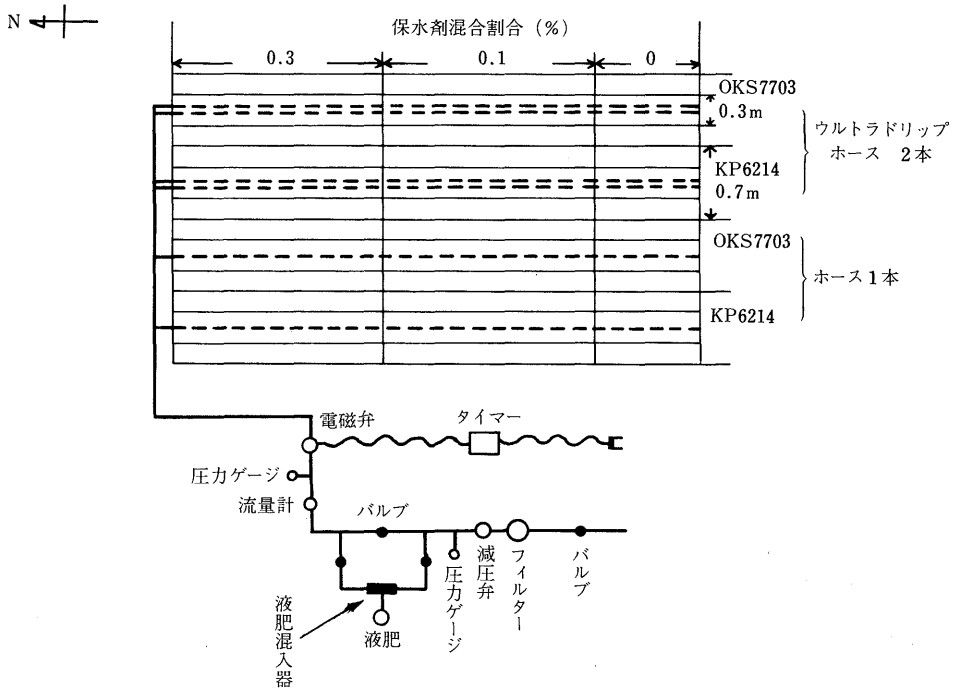
実験 1 供試材料のパクチョイ（タキイ種苗）を 1983 年 7 月 13 日、鳥取大学砂丘研アリドトロンの降雨遮断大型ガラス室に播種した。播種に先立ち、元肥として燐硝安加里（N:P:K=15:15:12）、ミネラル G を各 40 kg/10a 相当を砂培地に施用した。保水剤の混合は砂層の深さを 20 cm として 1 つの実験処理区の長さ 2 m と幅 30 cm に対し、仮比重 1.2 とした砂の重量から重量パーセントで保水剤の混合比を算出し、元肥と共に砂に混合した。

供試の保水剤は花王石鹼の KP6214 と日本合成化学の OKS7703 である。混合割合は上記の算出法に基づき 0.1% と 0.3% であり、0%（無混合）区を設け比較対照区とした。かん水は東洋曹達のウルトラドリップ（S-1）である。第 1 図にかん水、施肥（追肥）法を示したが、かん水はタイマー、電磁弁の使用により一定時間、一定量自動的に行った。また追肥としては液肥混入装置をかん水ラインの中に設置し、住友 2 号液肥の一定濃度（200 倍）のものをウルトラドリップを通じて行った。

9 月 5 日の収量調査までに 7 月 19 日と 8 月 16 日の 2 度間引きを行った。また、スミチオン 2000 倍液を 7 月 27 日、8 月 9 日、20 日の 3 度散布した。

実験 2 実験 1 と同様に供試材料としてパクチョイ（タキイ種苗）を使用し、1983 年 9 月 25 日播種、11 月 13、14 の両日収量調査した。培地は実験 1 に使用した同じ場所であり、実験 1 の収穫後反復した。保水剤の新たな混合はせず、実験 1 に使用した保水剤をそのまま用いた。保水剤の耐用年数は約 2 年と言われているため、実験 2 では十分に効力を有すると考えた。

肥料に関しては住友 2 号液肥（N:P:K=10:5:8）を 60 倍に稀釈したものを 200 l/10a 相当全面散布した。さらに苦土石灰 100 kg/10a、ミネラル G 100 kg/10a を施用した。かん水は実験 1 と同様に東洋曹達のウルトラドリップ（S-1）を用い、かん水施肥



第1図 実験区の平面図およびかんがい系統図

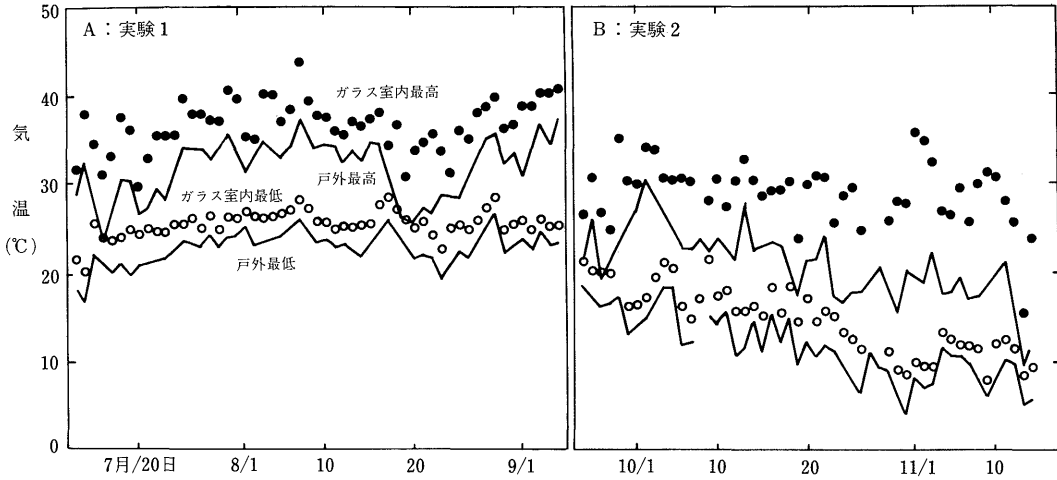
(追肥)は実験1に使用した同じシステムを利用し自動的に行った。途中10月7日と21日の2回間引きを行った。また、DDVP2000倍液を11月4日に散布した。

実験1, 2期間中のかんがい水量は流量計を毎日読みとった。ハウス内の最高, 最低気温は高さ1mの部位で測温抵抗体を用いて自記させた。日射量, 降水量および戸外の気温は鳥取大学砂丘研の気象露場での測定結果を引用した。本報告においてはかん水量の表示はℓ/mとドリップホースの単位長さ当りで表した。mmでの表示によるかん水量の算出面で混乱を回避するためであった。すなわち, 第1図のようにドリップホースとホースの間は70cm, 保水剤の混合はホース両側にそれぞれ15cm, 計30cm幅であり, この保水剤混合を行った砂中にパクチョイの種子は播かれた。本報告では幅30cmで計算したため, 30ℓ/mのかん水量は100mmかん水に相当する。しかし, かん水域を実験区域全面とすれば30ℓ/mのかん水量は40mmである。このようにドリップかんがい方式では

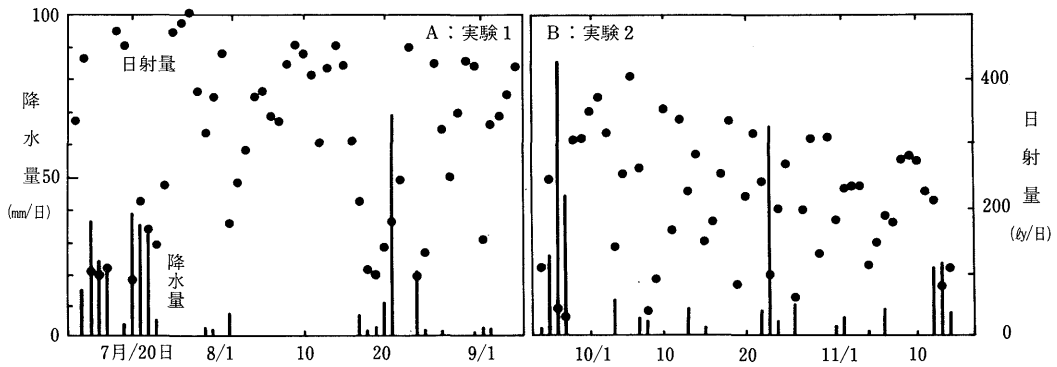
mmによるかん水量表示は混乱を生じさせると考え, ℓ/m表示にした。

結果および考察

パクチョイの生育に対する保水剤混合の効果は実験1, 2で2回の反復を行ったが, 実験1は7月13日播種し, 9月5日収穫調査を行った。一方, 実験2は9月25日播種し11月13, 14日調査を行った。反復実験ではあるが, 実験1, 2の間には季節的な相違がある。すなわち, 第2図A, Bは実験1, 2の期間中のガラス室内外の日最高・最低気温を示したものである。第2図Aは1983年7月13日~9月5日, すなわち, 実験1の期間中のものであり, 第2図Bは実験2, すなわち, 9月25日~11月14日までのものである。第2図A, Bから明らかなようにガラス室内外の最高・最低気温は異なり, 第2図Aが実験期間中高く推移している。ガラス室内の最高気温は実験1では30℃~40℃, 実験2では25℃~35℃を示し, また最低気温の場合は実験1では22℃~26℃,



第2図 実験1, 2期間中のガラス室内外の最高・最低気温の推移 (1983)



第3図 実験1, 2期間中の戸外日射量および降水量の推移 (1983)

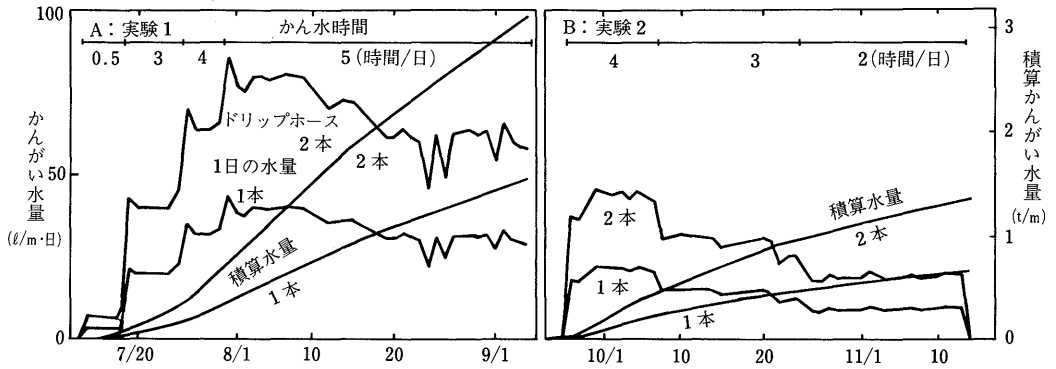
実験2では9℃～21℃であった。ガラス室外の気温の推移の傾向も同様に実験1が実験2より高く推移していた。また、内外の気温差は最高気温では実験1で約5℃、実験2で約8℃ガラス室内が高い値を示した。

気温と同様に、第3図A, Bは実験1, 2の期間中の日射量を示したものである。実験1では日射量の最大値は503ly/日、実験2では405ly/日と実験1の方が日射量は約24%程度高くなっている。実験1, 2とも播種から収量調査まで約50日であった。この間の積算日射量の合計を第3図A, Bより求めた。実験1の場合1日当りの平均日射量は320.9lyであり、実験2では217.5lyであった。実験1の場合の50日間の積算日射量は実験2の1.47倍を示した。

気温、日射量と同様に、実験1, 2の期間中の降

水量を示したものが第3図A, Bである。降水量の場合も日射量と同様に収量調査前50日間の積算値を算出した結果、実験1では254mm、実験2では372mmを示し、実験2では実験1の降水量の1.46倍であった。本実験は大型ガラス室内で行っているため降水量は直接的には影響がないが、降水量は日射量、気温、湿度に間接的に影響を与える要因として示したものである。

以上、第2～3図に実験1, 2期間中の気象データを示し、期間中の比較を行った。比較の結果から明らかなように、実験1の期間中は水消費量を促進さすと考えられる気象要因は高く、多かった。この様に気象データの示す如く、実験1, 2の反復は水消費面から見ると反復実験と見なすことは出来ないが、夏期と秋期の水消費を異にする2つの時期で実



第4図 実験1, 2期間中の積算および1日当たりのかんがい水量 (1983)

験を反復することによって保水剤混合の効果の季節的变化を見ることが出来ると考えた。

気象要因は第4図A, Bに示した水管理面から見ても明確に示されている。かん水はタイマーによって自動的に毎日一定時間行うようにしている。しかし、タイマーの時間設定は作物の水要求量を経験からの観察によって決定、変更する。このため、本報告で行ったかん水量は作物の水要求度に比較的近い量と考えられる。本報告の場合、実験1, 2の各区ともウルトラドリップ・ホースは1本区と2本区を設置し、かん水を1:2の量でパクチョイに与えるように設計している。かん水管理は主としてホース1本区を中心と考えている。このため、ホース2本区は過剰かん水が考えられる。しかし、前報¹⁾のハウレンソウの実験結果では保水剤の混合割合の増加は収量減をもたらしたが、ホースを垂直に重ねてかん水点を1か所にした場合、かん水量の増加はそれぞれの保水剤混合区とも収量は増加を示した。このことから、本報告の場合、ホース1本区の生育状況、砂表面の乾燥の状態等を観察しながらかん水時間を変更した。

かん水時間は第4図A, Bに示したが、実験1は播種後7月14日より朝7時から30分間1回であった。しかし、7月16日発芽をはじめたパクチョイは砂表面の乾燥が激しく、砂表面部の胚軸がしおれる現象がみられた。これは砂表面温度の異常な上昇の結果の脱水現象と考え7月19日より一気にかん水時間を1日3時間に増やした。すなわち、朝7-8時、11-12時と15-16時の各1時間である。しかし、夏季

の強日射、空気湿度の乾燥、および高温のため更に7月26日からは1日4回計4時間、7月31日からは1日5回、各1時間計5時間にかん水時間を増加した。

すなわち、かん水開始時刻は6時半、9時、11時半、14時、16時半の5回であった。その結果、砂表面の乾燥も減少し、パクチョイの生育も順調となった。かん水回数の増加に伴って1日当りのかん水量はホース1本の場合で当初約3 l/mであったが、その後かん水回数、時間の増加に伴って約20 l/m、約33 l/m、約40 l/mへと増加していった。ホース2本の場合のかん水量はホース1本の約2倍の量であった。

なお、7月31日からかん水回数は1日5回に増加させたにもかかわらず、8月10日頃から第4図に見られるようにかん水量の減少が示されている。これは砂丘研の場合かんがい水の中に異物の混合が多く、かんがい水中に含まれたアオミドロなどの藻によるフィルターが目詰りの結果、かんがい水量が低下したと考えられる。また、8月25日前後の2度にわたるかんがい水量の減少は、最初の8月24日は原因不明の水圧異常にもとずいたものであり、8月26日はかんがい時間中の停電に因るものである。

一方、実験2の場合は、実験1とは逆にかん水回数は第2図に示したような気温の低下に伴って減少した。播種を行った9月25日および翌26日はホースにて充分にかん水を実施し、発芽の促進と発芽不ぞろいを避けることを試みた。9月27日からは朝7時、10時、13時、16時の4回、各1時間、計4時間のかん水を毎日行った。10月8日に夕方16時のかん水を中止し計3時間とした。さらに10月25日には朝7時

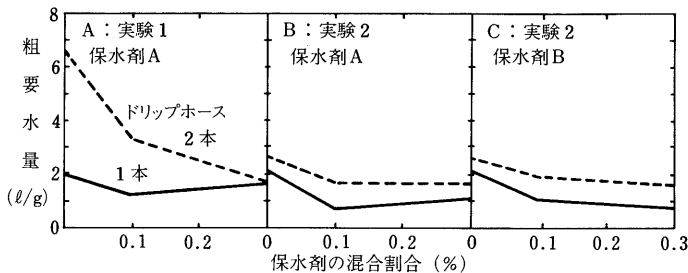
のかん水も中止し、気象環境の変化に応じて順次かん水回数を減少させ、かん水量を減らしていった。1日2回、計2時間のかん水は実験2の終了時まで続けた。実験2においてもかん水はウルトラドリップ・ホース1本区と2本区を設け、1本区の場合のかん水量は当初20ℓ/mから15ℓ/m、10ℓ/mへと減少させていった。

以上の様に外圍の気象環境条件に応じて適時かん水量を増減した。その結果は第4図A、Bに示されているが、生育期間中の全かん水量は次の様な状況であった。7月中旬に開始した第1実験ではウルトラドリップ・ホース1本の場合約1600ℓ/m、2本で倍量の約3200ℓ/mであった。9月下旬から開始された第2実験ではウルトラドリップ・ホース1本で約700ℓ/m、2本で約1400ℓ/mであった。全生育期間中のかん水量は実験2では実験1の43%にしかすぎなかった。

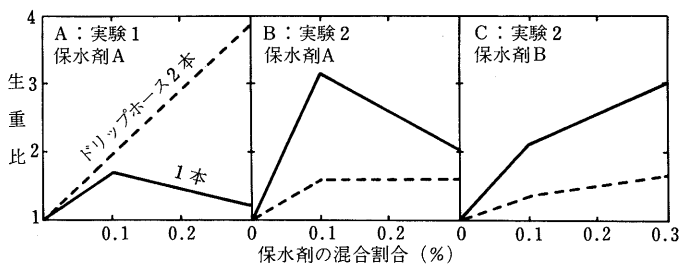
以上のようにパクチョイの生育と保水剤混合の効果実験を行った期間中の気象環境およびかんがい水

量の推移について示した。その結果、第5図A、B、Cにパクチョイの地上部の生重1gを生産するのに要した水量を示した。一般に要水量とは乾物重1gに必要な水量のことであるが、本報告では地上部生重から粗要水量(ℓ/g)として各処理区の比較を行った。第5図A、B、Cから明らかなことは、ウルトラドリップ・ホース1本の場合で保水剤を混合した場合、実験1、2とも、またA社、B社の保水剤とも、すなわち、KP6214もOKS7703の両保水剤とも、また保水剤の種類に関係なく、混合割合も無関係に粗要水量は約1ℓ/gであり、保水剤無混合で約2ℓ/gであった。すなわち栽培時期、保水剤の種類、混合割合などでは無関係に粗要水量にほとんど差がないという結果を示した。

ウルトラドリップ・ホース2本の場合は夏季に行った実験1の場合、特に保水剤を混合しない0%における粗要水量は極端に多い6.5ℓ/gを示し、このみが他ときわだった差異を示した。その他のホース2本区においては、保水剤の種類、混合割合に関



第5図 保水剤混合割合とパクチョイの粗要水量(単位生重当たりのかんがい水量)およびドリップホースの関係、図B、Cは異なった2種の保水剤を示す。



第6図 保水剤混合割合と無混合に対するパクチョイの生重比およびドリップホースの関係、図B、Cは異なった2種の保水剤を示す。

係なく、また実験の時期にも無関係に約2~3ℓ/gであった。実験2すなわち、第5図B、Cでホース2本の場合が粗要水量は約2倍を示したことは、全体のかんがい水量がホース2本区は1本区の2倍であるため、かん水量の倍増にもかかわらず、各区ともパクチョイの生重が1本区、2本区とも差がなかったためと考えられる。このことはパクチョイの生育は、秋期の実験2では水要求量が少なくかんがい水量に比例して増加しなかったと見ることが出来る。一方、実験1の保水剤無混合区ではホース1本区2ℓ/gに対して2本区は6.5ℓ/gと大差を示した。また、0.3%混合区ではホース1、2本区とも1.5ℓ/gと差がなく、粗要水量を全体的に見た場合特異な傾向といえる。

ここで各実験区の生重比について第6図で見ると、ホース1、2本区とも保水剤0%の無混合区の生重に対する比として示してある。第6図Aの7月13日播種の実験1では対照区に対してホース1本の場合、0.1%混合で1.7倍、0.3%混合で1.2倍の生重比であった。一方、ホース2本の場合0.1%混合で2倍、0.3%混合で3.9倍の生重比を示した。すなわち、ホースの本数を2本にし、かんがい水量を2倍にした場合、砂の中に保水剤の混合割合を0.3%まで増加させるとパクチョイの生重は直線的増加をしたことを示している。このことが第5図Aでのホース2本の場合の粗要水量を対照区の6.5ℓ/gから1.5ℓ/gまで減少させた要因である。この結果から、保水剤の混合量を増し、かん水量を増加させれば実験1のように夏季の水要求度の高い時期では、パクチョイの生重は増加することが明らかとなった。また、ホース2本の対照区で、粗要水量が極端に多いことは砂は保水性が悪く、一度に多量かん水を行っても、作物に利用される以前に下方にかんがい水は移動し、排水され、かんがい水の無駄が生じていることを明示している。

一方、実験1のホース1本区の生重比が対照区に比較して0.1%混合で1.7倍、0.3%混合で1.2倍の増加しか見られなかったことは、まず第一にかん水量が作物の水要求度に対して不足していたことを示している。さらにこのことは、保水剤0.3%混合で生重比が0.1%に比較して減少したことは作物が利用する前に保水剤がかんがい水を吸収したことによると

と考えられる。この様に0.3%混合でホース1本では0.1%より生重比が減少するが、ホース2本では逆に増加している。また0.3%の生重比がホース1本では1.2倍に対して、ホース2本では実に3.9倍までの増加を示したことは、実験1のように夏季で作物の水要求度の高い季節における作物栽培に対しては保水剤を混合し、かん水量を増加することが作物の生育を促進させ、増収をもたらすことが第6図Aの結果から示唆された。

節水栽培に対して保水剤の有効利用法を当初筆者等は考えた。しかし、我が国においてはかんがい水は一般的に言って十分にある。また水の単価も安くかんがい水の節約は我が国の農業にとってもさほど有益性は考えられない。しかし、沙漠地帯のように極端にかんがい水の不足する地域では水は高価で貴重であることはいままでもない。乾燥沙漠地帯での保水剤の利用による節水栽培は農業上極めて有益性が高い。しかも、第5および6図のAで明示されているように、保水剤を0.3%混合し、ウルトラドリ、ップ・ホースを2本設置することにより、パクチョイの生重比は増加し、また生重に対する粗要水量(ℓ/g)も極めて効率よい結果を示したことから、乾燥地における節水栽培法も、単にかんがい水量を少量に抑えるということよりも、多量かん水と保水剤を組み合すことの方が結果的には作物の生産性から考えて節水栽培である。ともすれば作物の水要求度や土壌の保水力以上の過剰かんがい水が重力水として下方に排水され、作物に有効利用されない場合もしばしばある。このような水の浪費を抑えることが保水剤の混合において有効であることが本報告の実験データからも明示されている。

第6図B、Cは9月下旬に播種した実験2の結果である。保水剤はKP6214とOKS7703を使用しているが、本研究の目的が両製品の性能比較ではない。このため、B、Cの両図において保水剤名を明示することは避けた。まず第6図B、Cにおいて得られた結果は、ホース1本に対して2本の方が保水剤混合による生重比の増加が少ないことである。このことは第6図Aの実験1と逆の傾向を示している。実験1では夏季であり、砂表面や作物葉からの蒸発散による水消費が多い。しかし実験2では必ずしも多

くないため、ホース2本区では砂中の含水量が多すぎ、三相分布における気相の割合の減少がパクチョイの生育を抑制したと考えられる。この傾向は前報¹⁾のハウレンソウの実験結果の傾向とよく一致している。ハウレンソウの実験は1月～3月にかけて行われたが、この場合ホースを1, 2, 3本とした。その結果ハウレンソウの生育は2, 3, 1本の順に良好であり、これらの結果は三相分布を調べた結果、気相の割合の少ないことが要因の1つと考察された。

本報告においても実験1のごとく水消費量の多い夏季ではホース2本の方が生重比が多いのに対して、実験2で逆になっていることは砂表面蒸発が少なく、砂中の気相分布量が少ないことが要因と考えられる。以上の様にかんがい水量も水消費量の少ない季節では、必ずしも実験1のようにかんがい水量の多い区がパクチョイの生育を促進させず、逆効果が見られるように、保水剤の混合量、かん水量は気象環境条件との関連の上で決定すれば、保水剤の保水効果も一段と発揮されるであろう。

摘 要

2種の保水剤 KP6214 と OKS7703 を砂との重量比で0.1%と0.3%混合により、パクチョイの生育との関係を調べた。かん水はウルトラドリップを使用した。ウルトラドリップ・ホース1および2本でかん水量を1および2倍に変化させた。播種は7月13日(実験1)と9月25日(実験2)であった。得られ

た結果の要約は次のとおりであった。

1. 作物の水消費量、要求量の多い夏期に行った実験1では対照区に対しての生重比が0.3%混合の場合ホース1本かん水で1.2倍、ホース2本かん水で3.9倍で、かんがい水量の多い方がはるかに対照区を上回った。

2. 秋期に行った実験2では対照区に対して一方の保水剤を0.3%混合した場合、ホース1本かん水で2倍、ホース2本かん水で1.6倍であった。他方の保水剤ではホース1本が3倍、ホース2本が1.7倍となり、いずれも実験1と逆の傾向を示した。

3. 保水剤混合量とかんがい水量でパクチョイの生育は異なるが、季節によりその傾向は大きく異なり、保水剤使用上の問題点が示唆された。

文 献

1. 竹内・遠山・北村・黒柳・中出・志俵・杉本.
1983. 保水剤利用による乾燥地緑化に関する研究(第1報). 砂とアクリル系吸水性高分子物質混合によるハウレンソウの生育. 砂丘研究. 30(2): 262-269.
2. 遠山・竹内・中出・黒柳・北村・吉岡・杉本.
1983. 保水剤利用による乾燥地緑化に関する研究(第2報). 砂地無かん水下のアクリル系吸水高分子物質混合による緑化樹の活着. 砂丘研究. 30(2): 270-275.

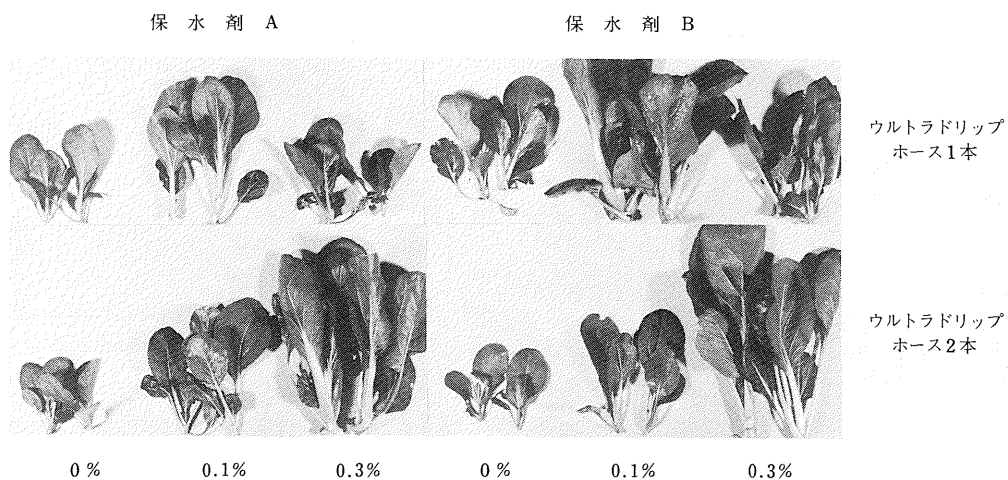


写真1 実験1のパクチョイの中間生育状況 (各区2個体, 1983. 8. 16)

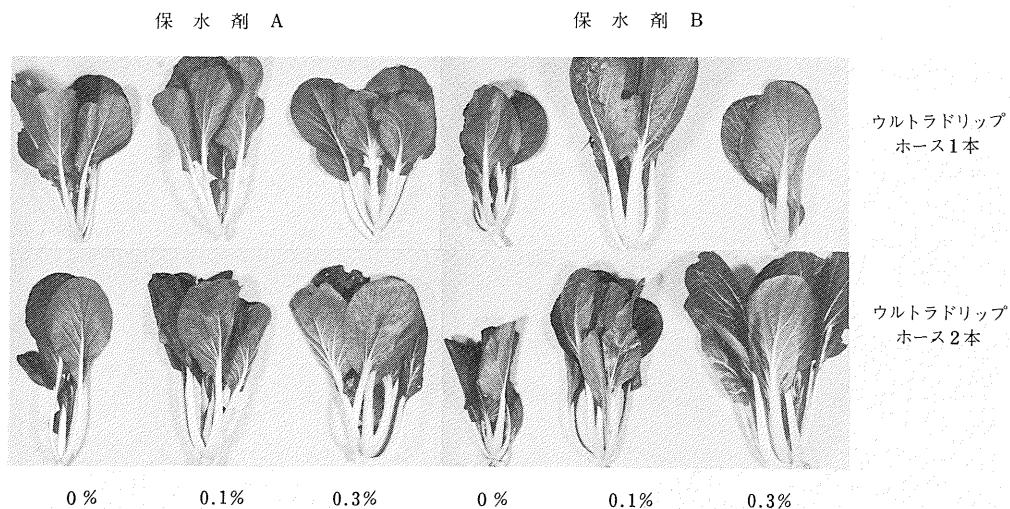


写真2 実験1のパクチョイの収穫期の生育状況 (各区1個体, 1983. 9. 5)

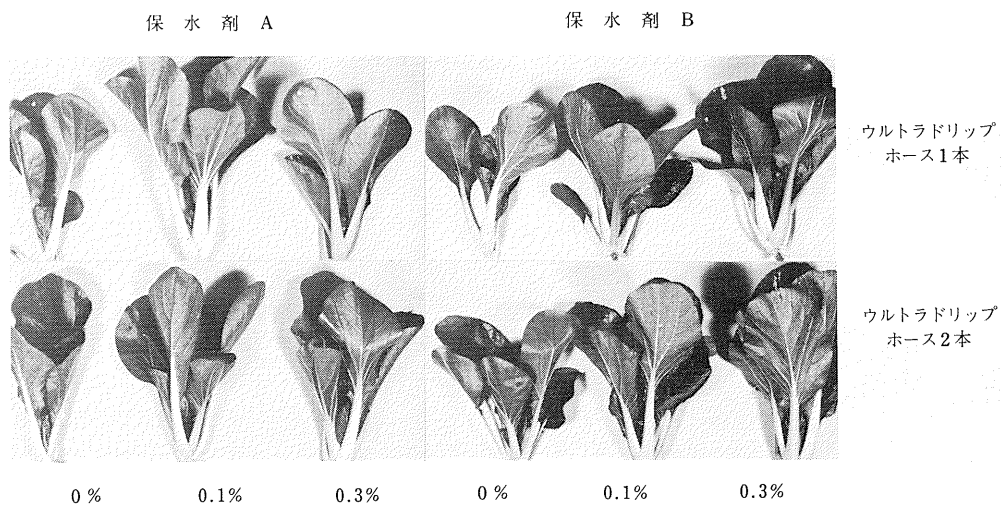


写真3 実験2のパクチョイの収穫期の生育状況（各区1個体，1983. 11. 13，14）



写真4 パクチョイの生育状況，
実験1の収量直前
(1983.9.5)

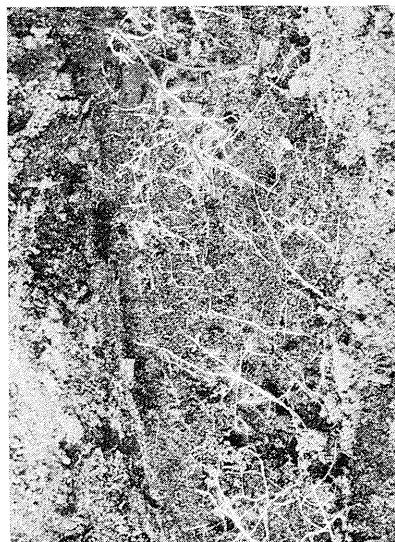


写真5 ウルトラドリップ・ホース撤去後
地表面に出たパクチョイの根
(1983.11.15)