

かん水法およびかん水量がインゲンマメの
生育, 収量に及ぼす影響

王 林和*・杉本勝男**・竹内芳親**・遠山枉雄**

昭和62年5月30日受付

On the Effect of Different Irrigation Method
and Irrigation Amount on the Growth and Yield of
Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris*)

WANG Lin-He*, KATSUO SUGIMOTO**, YOSHICHIKA TAKEUCHI**
and MASAO TOYAMA**

To compare the irrigation method and amount of water required, irrigation experiment on kidney beans was carried out in the sandy soil of vinyl house of Sand Dune Research Institute in 1986. Three different irrigation methods; Sub-surface irrigation by pipe, driphose irrigation and spray irrigation by can, and four different irrigation levels; 1.9 mm, 2.4 mm, 2.8 mm and 3.7 mm/day, respectively, were combined to set up 12 treatments.

In the plots with 2.4 mm/day and below, the sub-surface irrigation increased 32-36% and 20-23% in the pod yield as compared with those of spray and driphose irrigation, respectively. However, the decreasing trend of the pod yield was seen in the plots with 2.8 mm/day and above of the former as compared with those of the latter. It may be concluded that the sub-surface irrigation showed the superiority under the water shortage condition as compared with heavy irrigation.

The evapo-transpiration and dry matter production were significantly correlated to the pod yield, respectively ($r=0.831^{***}$, 0.909^{***}). Therefore pod yield was proportional to an increase of evapo-transpiration. Evapo-transpiration coefficient (Evapo-transpiration/dry matter weight) in the sub-surface irrigation plot was worth those of 66-77% and 79-95% of the spray and driphose irrigation, respectively. It is thus revealed that the method of sub-surface irrigation utilized the water efficiently to produce the dry matter.

* 国費外国人研究留学生 (中国 内蒙古林学院講師)

* Japanese Government Scholarship Researcher (Lecturer of Inner Mongolia Forestry College, China)

** 鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設乾地生態部門

** Sand Dune Research Institute, Faculty of Agriculture, Tottori University

はじめに

乾燥地の面積はおよそ地球の陸地面積の約30%を占め、かつ、人口の激増、焼畑農業、過放牧などから、その砂漠化の面積は年々拡大の一途をたどっている。人類が食糧危機の現実と直面するといわれる21世紀には、乾燥地の開発と利用は重要な研究課題になってくる¹⁾。

乾燥地域では降水量が極めて少ないだけでなく、強い風と強烈な日射が相まって、湿度がかなり低い反面、蒸発量は降水量より数倍ないし十数倍も多い。そのため、降水量のみに頼って農業を行うことはほとんど不可能である。河川水、湖水及び地下水に恵まれた乾燥地域でも水を不合理に利用すると、水資源はしだいに枯渇してくる。このため、節水栽培によってできるだけ少ない水を利用する研究は、乾燥地及び砂丘地における栽培実用化のための基礎的研究として重要である。

一方、乾燥地域ではかんがい水は不足し、極めて貴重なものである。さらに量的に不足するかんがい水は質の面でも劣悪である。すなわち、かんがい水中には多くの塩類を含み、水質がよくないのが砂漠や乾燥地における一般的なかんがい水といえる²⁾。このように塩類を含んだかんがい水は長年の連作によって、耕地に塩類集積をもたらす。地表面のかんがいによって、排水が伴わないと、浸透水と地下水が毛細管によってつながり、その結果として地中深く、長年月の間に蓄積された塩類は地中から地表面へ上昇し、地表面で塩類集積を引き起こす³⁾。

他方では、農業科学技術の発展につれて、かんがい技術も急速に発展し、改良されている。1960年代の初め、スプリンクラー (sprinkler) かん水法が導入され、伝統的な水路かん水法に変わり、多量な水が節約されるだけでなく、作物、果樹、野菜等の収量に大幅な増産をもたらされた。その後まもなくドリップ (drip) という点滴かん水法が実用化された。点滴法を利用すれば、さらに多くの水を節約することができる⁴⁾。しかしながら、上述の方法では、地表面からかん水するため、十分に土壤蒸発を抑制することができない。また、土壤蒸発につれて、地中の塩類が毛細管を通じて地表面に昇るため、塩類集積を起こしやすい。

本実験では散水と点滴かん水法が使用されるほか、地中かん水法も採用され、同時に4段階のかん水量に分け、つるなしインゲンマメを供試し、異なるかん水法とかん水量がインゲンマメの生育と収量に及ぼす影響を検討し、最も節水となるかんがい法を見いだすことが本実験の目的である。以下に、結果の概要を報告する。

材料および方法

栽培実験は1986年夏季に鳥取大学附属砂丘利用研究施設の砂土のほ場を利用し、東西(間口)6m×南北(奥行)15mのビニルハウスで実施した。ビニルハウスの中で実験を行うことは、まず、降雨を遮断することであり、次には外気よりも高温に保つことにより、より乾燥砂漠に近似な環境にすることであった⁵⁾。

1 供試品種

供試のつるなしインゲンマメの品種は白衣笠(TOMBO種子)という初みどり菜豆である。1986年5月25日に地床に直接は種し、56日後の7月20日に収穫した。

2 施肥

は種に先立ち、元肥としてダイヤアミノ555(5:5:5)を100kg/10a、パーク堆肥(N1.37%)を730kg/10a施用した。追肥は生育中期に9日間スーパーグリーン液体肥料をかん水の中に注入して、最高濃度は300ppmとして施用した。追肥総量は10a当たりN5.3kg、P₂O₅2.7kg、K₂O4.3kgであった。

3 培地の作成とかん水方法

水平に耕うん整地されたビニルハウス内に実験区(0.6×3m)を12区設けた。かんがい水の地下浸透を防ぎ、さらに水利用率と土壤水分含量を測定するため、まず、深さ25cmの砂を掘り出し、各実験区の底部と側面にビニルを敷き、砂土と元肥をよく混合して、埋め戻した。かん水方法は次の3種類によって行った。

1) 地中かん水法

地中かん水用の管は直径4cm、長さ6mの硬質塩化ビニルパイプで作成した。かん水管の周囲にドリルで直径2mmの孔を、列間は2cm、孔間は3cmあるいは6cm間隔に開けた。砂と作物の根が管内に侵入するのを防ぐため、かん水管の外周をクラバピーという用紙で包んだ。これは水は通すが根を通さない特殊な紙である。整備したかん水管を実験区の中央に、中心が深さ5cmになるように水平に埋めた。かん水量はパイプの孔の数によって、2段階に分けた。このかん水管は目盛りをつけた30lのパケツと連結し、かん水はパケツの水量によってさらに2段階に分けて、定量的に給水される方法を用いた。

2) 点滴かん水法

点滴かん水の実験に用いた点滴用のホースは、微散水型のエバフローA型ホースを裏向きに敷き、点滴型として利用した。エバフローA型ホースは普通水圧0.1kg/cm²で使用されるが、本実験ではホースと連結した30lパケツを地上約80cmに設置し、ホースに必要な水圧を保たせ

た。

3) 散水かん水法

散水かん水は市販のじょうろを用い、手動により散水した。

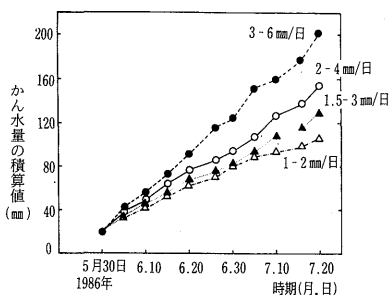
4 かん水量とかん水時期

本実験では3種類のかん水方法を用い、各かん水方法はかん水量を4段階に分けて行い、合計で12の処理区を設けた。実験区はは種後10日から第4週まで1日おきにそれぞれ2, 3, 4, 6 mm, 第5週から収穫までは毎日2, 3, 4, 6 mmのかん水を行った。通常、かん水は午後に行い、雨天が続き水消費が少ない場合のみは、かん水量を減らした。ただし、は種直後の9日間は、全実験区とも如露により毎日2 mmの同一かん水量を散水した。

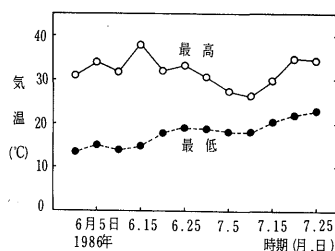
5 栽培と管理

インゲンマメの栽培実験区の一区の面積は1.8㎡(0.6×3 m)とした。供試品種のは種様式は条間25cm, 株間20 cm (は種後23日以降は間引きにより40cm)である。当初は各実験区30株とし、深さ2 cmの穴の中に2粒の種子を点ばした。は種後5日目の5月30日にインゲンマメは砂土の表面に出芽し、7日目に2枚の子葉が完全に展開した。9日目の6月3日に間引きを行い、1株1本立とした。同日に深さ0-25cm平均の砂土の含水比を測り、かん水により各区がほぼ同じ含水比になるように調整した。

翌6月4日から各区に対して、設定したそれぞれ2, 3, 4, 6 mmのかん水量とかん水方法により処理を開始した。第1図は生育各期の積算したかん水量の推移である。また、各処理の総かん水量はそれぞれ一日当たり換算すると1.9mm, 2.4mm, 2.8mm, 3.7mmとなる。以下本文と図表では平均日かん水量により、実験区をそれぞれ1.9mm/日, 2.4mm/日, 2.8mm/日, 3.7mm/日区として述べる。



第1図 各区かん水量の積算値



第2図 ハウス内最高気温と最低気温の推移

結果および考察

1 気象条件

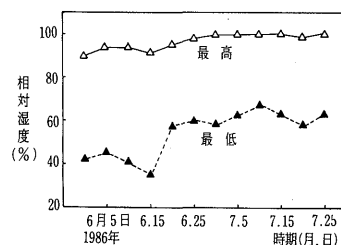
実験期間の6-7月にビニルハウス内の気温、相対湿度、蒸発量と土壌温度などの気象要因について測定を行った。

まず、第2図は実験ビニルハウス内の地上20cmの気温を最高と最低に分けて、5日ずつの平均値により示した。最高気温では6月中旬と7月の中、下旬に高い値が現れた。6月中旬から7月中旬にかけて、梅雨季節にあたり、曇り、雨の天候が多く、気温は横ばいないしは下降気味の経過を示した。しかしながら、最低気温は5月6半旬の13.6°Cから7月5半旬には22.8°Cまで上昇を続けた。

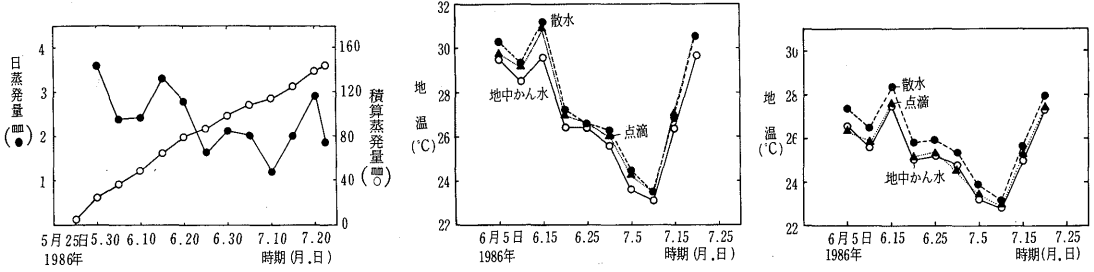
次に、湿度と蒸発量は隣接した同じ型のビニルハウスの湿度記録計と自記蒸発計(太田計器製作所)による測定値を利用した。それら第3図に示した最高の相対湿度の推移は、すべて90%以上の値を示し、最低の相対湿度は6月中旬まで40%前後であるが、6月20日から7月下旬にかけては上昇し、60%前後の値を示した。

蒸発量は第4図に示したとおりである。ビニルハウスの中は風が吹かないから、蒸発量の変化は主として日射量、温度と湿度により左右されると考えられる。測定した結果によれば、高い蒸発量は6月4半旬と7月20日ごろに現れ、梅雨期間中の蒸発量はわずか1-2 mmであった。また、インゲンマメの生育期の積算した総蒸発量は140mm, 日平均は2.5mmであった。

最後に、地温の推移について述べる。第5図と第6図に6月2日から7月20日までの昼間の8時・14時・18時平均の5日ずつの平均地温を示した。測定はかん水量1.9mm/日の地中かん水、散水かん水と点滴かん水の実験区だけにしぼり、深さ5 cmと15cmについて行った。散水区



第3図 ハウス内相対湿度の推移



第4図 ハウス内蒸発量の推移と積等蒸発量

第5図 ハウス内地温(かん水量1.9mm/日, 深さ5cm, 8時・14時・18時の平均値)の推移

第6図 ハウス内地温(かん水量1.9mm/日, 深さ15cm, 8時・14時・18時の平均値)の推移

では深さ5cm, 15cmの地温とも地中かん水より0.5-1.0°C高い値を常に示した。また, 点滴も地中かん水よりほぼ0.5°C高い値を示した。このことは, 地中かん水の場合は地表面に厚さ2-3cmの乾砂層が存在するため, 空気の熱伝導が遅くなるためと考えられた。しかも, 地中かん水の実験区では含水比が高く, 水や砂の熱容量との関係も考慮して, さらに検討が必要である。

2 インゲンマメの生育と収量

文献によれば, インゲンマメは要水量が多い作物である。収量に及ぼすかん水量の影響がかなり重要であるが,

各生育期で水分の必要量は異なってくる⁴⁾。発芽時にかん水量が多いと発芽不良を招くが, 生育が進行するに従って, 土壌水分はやや多めの方がよいようである。水分が多いと収量が多く, 反対に乾燥すると著しく収量はあがらないとされている¹⁾。次に3種類のかん水方法について, 異なるかん水量がインゲンマメの生育と収量に及ぼす影響の結果を述べる。

1) 草丈

各生育期の草丈は第1表に示した。は種後17日目と21日目の草丈は1.9mmと2.4mm/日の散水区はやや低くなった

第1表 インゲンマメの生育(草丈)の推移

処 理	は種後17日		同 21日		同 26日		同 31日		同 39日		収穫期		
	第1葉 (cm)	比 (%)	第1葉 (cm)	比 (%)	第2葉 (cm)	比 (%)	草丈 (cm)	比 (%)	草丈 (cm)	比 (%)	草丈 (cm)	比 (%)	
1.9mm	地中かん水	10.2	102	15.4	103	24.2	100	26.6	98	48.6	105	53.8	102
	点 滴	10.6	106	15.1	101	23.4	97	25.2	93	45.0	98	46.6	88
	散 水	10.5	105	14.4	97	18.8	78	22.9	84	40.4	88	45.5	85
2.4mm	地中かん水	11.9	119	16.9	113	27.0	112	29.8	110	52.9	115	59.6	112
	点 滴	11.0	110	15.2	102	25.3	105	28.2	104	48.9	106	52.2	98
	散 水	10.4	104	14.3	96	19.6	81	24.3	89	44.7	97	48.8	92
2.8mm	地中かん水	9.9	99	15.8	106	23.6	98	26.3	97	48.7	106	53.6	101
	点 滴	10.1	101	15.7	105	26.9	111	29.3	108	45.7	99	52.6	99
	散 水	10.8	108	15.2	102	24.3	100	27.7	102	48.9	106	52.8	100
3.7mm	地中かん水	10.5	105	16.1	108	26.9	112	30.5	112	52.8	115	54.8	103
	点 滴	10.1	101	15.8	106	27.4	113	30.2	110	51.7	112	59.0	111
	散 水	10.0	100	14.9	100	24.2	100	27.2	100	46.1	100	53.0	100

が、他の処理各区では大差がみられなかった。26日目から収穫期までは散水の各区ではかん水量の減少につれて、草丈が他の実験区より低くなった。すなわち、1.9mmと2.4mm/日の散水と点滴かん水区の収穫期の草丈は、地中かん水区より7—11cm低かった。しかし、2.8mmと3.7mm/日の区では、処理間に大差がみられなかった。

2) 開花とさや収量 (生体重)

インゲンマメはは種後33日の6月27日から開花を始めた。7月3日から盛花期に入り、7月7日以降開花数が漸減し、7月13日は開花の最終調査日となった。各処理の開花期は著しい差が認められなかったが、株当たりの開花数はかん水方法より顕著な差がみられる。第2表に

第2表 インゲンマメの開花数と着きょう数の関係

処 理	開花数/株	着きょう率	収穫さや数割合 (%)				さや数/株	同左比 (%)	
			第1回	第2回	第3回	第4回			
			1.9mm	地中かん水	67.4	57.9			7
	点 滴	63.1	55.5	8	16	41	36	35	106
	散 水	47.4	69.6	13	25	23	39	33	100
2.4mm	地中かん水	72.2	62.3	10	21	44	25	45	118
	点 滴	65.8	59.3	8	25	38	30	39	103
	散 水	58.4	65.1	10	23	34	33	38	100
2.8mm	地中かん水	76.5	54.9	10	19	51	20	42	95
	点 滴	69.0	62.3	11	13	52	24	43	98
	散 水	74.1	59.4	17	20	35	28	44	100
3.7mm	地中かん水	69.6	63.2	11	14	45	30	44	110
	点 滴	74.9	64.1	12	17	45	26	48	120
	散 水	73.2	54.6	11	10	39	40	40	100

第3表 インゲンマメの収穫時期別のさや重割合と株当たりさや生体重 (g)

処 理	第1回 (%)	第2回 (%)	第3回 (%)	第4回 (%)	生体重 (g)	同左比 (%)	
1.9mm	地中かん水	7	18	55	20	161.1	136
	点 滴	8	19	49	24	133.9	113
	散 水	14	29	33	24	118.4	100
2.4mm	地中かん水	9	21	52	18	199.9	132
	点 滴	7	25	45	22	162.7	107
	散 水	10	27	41	22	151.9	100
2.8mm	地中かん水	8	18	58	16	180.0	92
	点 滴	9	14	57	20	191.7	98
	散 水	17	20	40	23	195.5	100
3.7mm	地中かん水	9	14	50	27	192.3	93
	点 滴	11	17	50	23	223.2	108
	散 水	10	10	43	37	207.5	100

は株当たり開花数とさやの収穫数の調査結果を示した。1.9mmと2.4mm/日のかん水区では地中かん水区の開花数がいちばん多く、次いで点滴かん水であり、着きょう数も同傾向であるが、着きょう率はほぼ逆の結果となった。これは1.9mmと2.4mm/日のかん水区で、開花数と着きょう率の間に負の関係 ($r = -0.686$) がみられることから、着花数の過多が要因と考えられるが、さらに検討を要する。

さやの収穫は4回行い、前の3回の収穫はどのかん水量の実験区でも、地中かん水の収穫さやの割合が高く、次いで点滴である。これは散水では培地の含水比が低いため、さやの生長速度が遅く、収穫も遅れたためである。しかも、第2、3表にみられるように、1.9mmと2.4mm/日の地中かん水の株当たりさやの収量は、他のかん水方法に比べると、さやの数量でも重さでも高収量が示された。

他方では、さやの生体重%と数量%を比べれば、散水と点滴かん水では第4回収穫のさや数量%が重量%に比べて高くなり、小さいさやが多いことが示された。しかし、かん水量の多い2.8mmと3.7mm/日区では、地中かん水は収穫さや数量、収量、特に収量が点滴や散水より劣った。

以上のように、さや数量やさや収量、特に収量は少量かん水では地中かん水、多量かん水では点滴や散水かん

水がまさり、地中かん水は節水条件でその優位性が示された。

3) 葉面積積と単位葉面当たり乾葉重

葉面積の調査は2回行った。第4表にみられるように、は種後23日の間引き時に乾比葉面積、すなわち、単位葉面積 (cm^2) 当たりの乾葉重 (mg) を調査した。散水かん水では、他のかん水方法より葉面積当たり乾葉重がかなり重く、葉の肥厚がみられたが、かん水量の多い2.8mmと3.7mm/日の実験区では大差が認められなかった。

このように、葉が厚くなることは植物が水不足などの乾燥環境に対する生態的な自らの反応であると考えられた。また、収穫時の葉面積指数は地中かん水はどの実験区でも4以上である。点滴かん水では1.9mmと3.7mm/日の実験区を除き、地中かん水と大差がない。散水かん水では、他区より、1.9mmと2.4mm/日の実験区では葉面積指数が著しく低下し、生育量の低下がうかがわれた。

4) 根の生育と根系

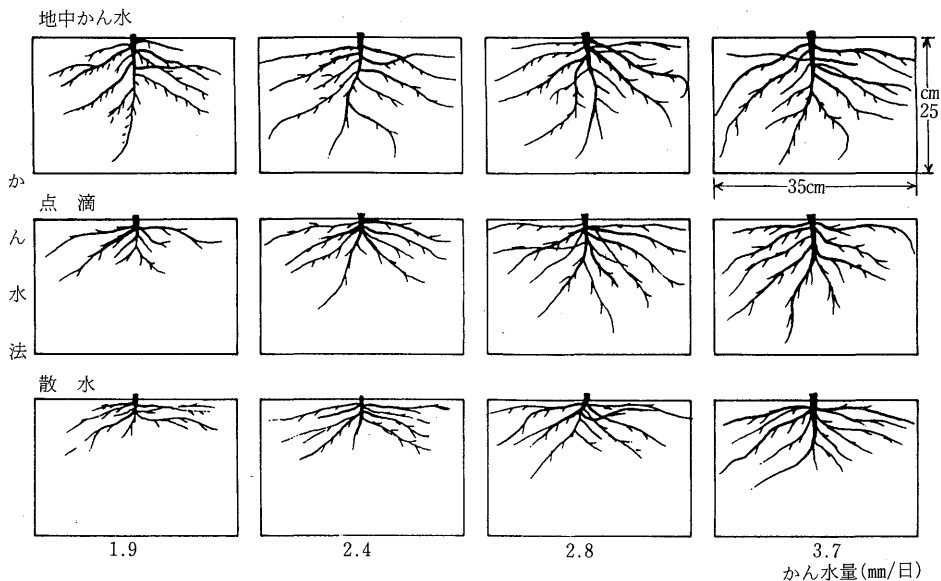
インゲンマメ収穫直後に各実験区の5株ずつの根を掘りだし、根の数、太さと分布状態について調査した。第5表にみられるように、かん水量が少ない実験区は、多量かん水に比べて、株当たりの根の数がほぼ同じであるが、太い根が少なかった。特に散水かん水では2mm以上の太根が3-4本も減少した。他方では、第7図の根系

第4表 インゲンマメの単位葉面積当たり乾葉重と収穫期の葉面積指数

処 理 (mm)	は種後23日 乾葉(mg) / 葉面積(cm^2)	収 穫 期 5株の葉面積 ($\times 10^4 \text{cm}^2$)	L A I	同左比 (%)
1.9 地中かん水	2.2	2.43	4.05	208
1.9 点 滴	2.4	1.95	3.24	166
1.9 散 水	2.6	1.17	1.95	100
2.4 地中かん水	2.1	2.72	4.54	119
2.4 点 滴	2.4	2.47	4.12	108
2.4 散 水	2.6	2.29	3.82	100
2.8 地中かん水	2.3	2.42	4.04	109
2.8 点 滴	2.1	2.34	3.90	105
2.8 散 水	2.1	2.23	3.72	100
3.7 地中かん水	2.3	2.48	4.13	101
3.7 点 滴	2.2	3.08	5.13	126
3.7 散 水	2.4	2.45	4.08	100

第5表 インゲンマメの根の調査(収穫期, 株当たり)

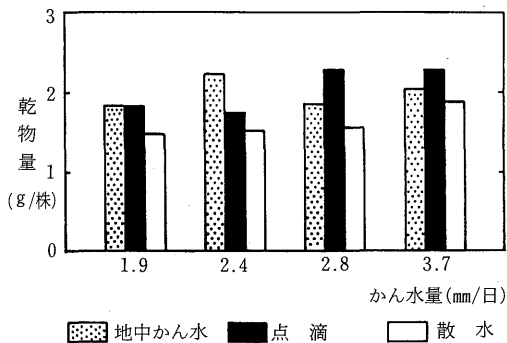
処 理 (mm)	総根数 (本)	太さ2mm以上 根数(本)	生体重 (g)	乾物重 (g)
1.9 地中かん水	15.6	4.8	6.1	1.49
1.9 点 滴	13.2	4.6	5.4	1.39
1.9 散 水	14.0	2.4	4.2	1.01
2.4 地中かん水	14.8	6.0	7.6	1.98
2.4 点 滴	16.6	3.8	5.8	1.51
2.4 散 水	13.6	3.6	6.2	1.48
2.8 地中かん水	16.6	6.2	7.0	1.89
2.8 点 滴	14.0	5.4	8.6	2.09
2.8 散 水	15.2	4.6	8.0	1.83
3.7 地中かん水	15.6	9.4	14.1	2.58
3.7 点 滴	15.8	7.2	10.6	2.49
3.7 散 水	14.8	5.6	7.6	1.83



第7図 異なるかん水法とかん水量による根系分布の見取り図 (収穫直後)

分布の見取り図にみられるように、地中かん水のインゲンマメは明確な主根を持ち、根が深く広く分布しているのに対し、散水かん水では細い根が多く、分布も浅い。各実験区の根の生体重、乾物重は地中かん水は2.8mm/日を除き、最も重くなった。

このように、少量かん水の培地の含水比が低下する散水区などでは、太根が細くなり、細根化する傾向がみられた。根の数、特に細根化、浅根化に伴って養水分の吸収が劣り、生育と収量に影響したものと考えられる。



第8図 インゲンマメの初期生育 (は種後23日)

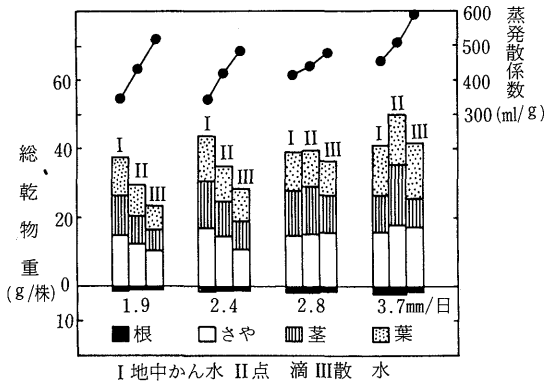
5) 総乾物重

供試品種のは種後23日に株間方向を1株おきに間引き、株間を20cmから40cmに広げ、実験株数を半減させ、各区15株とした。間引き株について地上部の乾物重を測定し、その結果を第8図に示した。散水かん水の乾物重は地中かん水や点滴かん水に比べて、最も軽く、点滴かん水では2.4mm/日かん水を除き、乾物重が最も重くなった。これは、その時点では、地中かん水のインゲンマメは点滴かん水に比べて、根が地中に十分に伸びておらず、養分と水分の吸収が不足したためと思われる。しかしながら、生長に伴って地中かん水ではしだいに生育の促進がみられた。

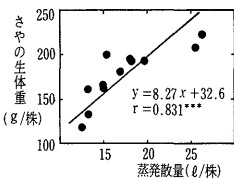
また、収穫期に各実験区の5株について、根、茎、葉を分け、乾物重を測定した。また、4回に分けて収穫したさやについても乾物重を測定した。その結果を第6表と第9図に示した。散水かん水の株当たりの総乾物重を100として、各かん水法の比較を行った。地中かん水では3.7mm/日の実験区を除き、1.9mm、2.4mmと2.8mm/日の実験区では、散水かん水よりそれぞれ58%、51%、6%の増加を示し、特に茎重の増加が著しかった。点滴かん水では1.9mmと2.4mm/日実験区でも散水より、それぞれ27%、22%増加するが、地中かん水法よりかなり減少した。しかし、かん水量の多い2.8mmと3.7mm/日の実験区では、点

第6表 インゲンマメの各部の株当たり乾物重(収穫期)

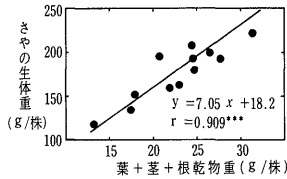
処 理	根 重 (g)	茎 重 (g)	葉 重 (g)	さや重 (g)	総 重 (g)	同左比 (%)
1.9mm	地中かん水	1.49	11.83	10.82	14.50	38.64
	点 滴	1.39	9.24	8.25	12.06	30.94
	散 水	1.01	6.23	6.85	10.03	24.39
2.4mm	地中かん水	1.98	13.88	12.63	16.76	45.25
	点 滴	1.51	10.24	10.26	14.52	36.53
	散 水	1.48	8.62	9.32	10.29	30.03
2.8mm	地中かん水	1.89	13.60	11.24	14.06	40.79
	点 滴	2.09	13.89	10.59	14.95	41.52
	散 水	1.83	10.83	9.88	15.77	38.31
3.7mm	地中かん水	2.58	13.87	11.49	15.58	43.52
	点 滴	2.49	17.66	13.92	17.72	51.79
	散 水	1.83	13.60	10.84	16.97	43.24



第9図 異なるかん水法とかん水量による各部乾物重と蒸発散係数(水ml/乾物g)



第10図 生さや収量と蒸発散量との関係



第11図 収量と(葉+茎+根)乾物重との関係

滴かん水の総乾物重は他のかん水法より、やや高い値を示した。

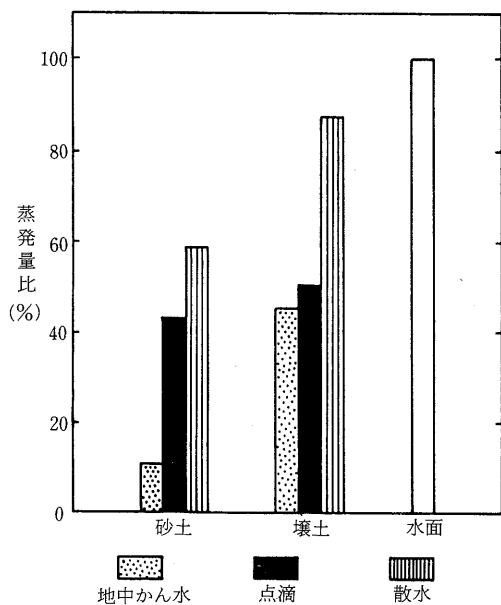
さやの乾物重からみれば、点滴と散水かん水ではかん水量の増加に伴って乾物重が増加する傾向である。第10図によればさやの収量(生体重)と蒸発散量との間には直線回帰の関係があり、相関係数は $r = 0.831^{***}$ (***) は 0.1%の有意水準)である。

第11図はさやの収量と葉+茎+根の乾物重との間の相関関係を示したものである。両者の間には $r = 0.909^{***}$ のきわめて高い相関が認められ、直線回帰の関係にあることが示された。

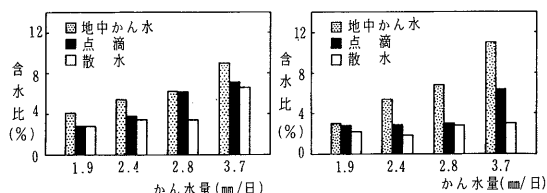
3 土面蒸発の差異と水分利用効率

植物は水を絶えず根から吸収し、葉面の気孔からは間断なく水を蒸散することにより失っている。これを植物の蒸散作用と呼び、乾物1gを生産するに要する水量を要水量という。この値は、植物の種類や環境条件などによって異なる。作物の要水量は生育時期によってもかなり変化する。普通の作物では300—500gである²⁴⁾。

しかし、水分の消費は蒸散作用のほかに、次の2つの消費が加わる。まず、土壌表面からの蒸発である。第2は、かん水量が土壌保水容量を超えれば水の地中への浸透が起こる。かん水量が保水容量より少ないときには、水分の消費は、蒸散と土壌面蒸発の多少によって決められる。そこで、本実験を行う前の5月4日から5月14日



第12図 異なるかん水方法による蒸発量の比較 (ポット実験, 1986年5月4-14日, 11日間)



第13図 培地の含水比 (かん水直前, は種後38日) 第14図 培地の含水比 (収穫後2日)

にかけて、1/5,000 a のワグネルポットを用い、鳥取砂丘の砂土と普通畑の壤土を供試し、かん水方法と土面蒸発量との関係についての予備実験を行った。かん水は深さ3cmの地中かん水、表面点滴かん水、表面散水かん水の3つの方法による。実験の結果は第12図のとおりである。

砂土のポットでは、地中かん水、点滴かん水と散水かん水の蒸発量は、それぞれ水面蒸発量の10.9%、43.9%、59.1%を示した。砂土の場合では、地中かん水の蒸発量は他のかん水法に比べて1/4-1/6に減少した。普通の壤土では地中かん水法の蒸発量は点滴とは大差がないが、

第7表 インゲンマメのしおれ発生時の土壌水分としおれ葉状況 (は種後33日)

処 理 (mm)	含水比 (%)	対散水 3.7mm比 (%)	葉枯株 割合 (%)	枯葉数 (枚)	同左甚大 枯葉 (枚)
地中かん水	5.4	80	0	0	0
1.9 点 滴	3.6	53	100	27	7
散 水	3.4	50	100	43	11
地中かん水	5.8	86	0	0	0
2.4 点 滴	5.2	78	27	6	4
散 水	5.0	75	75	20	5
地中かん水	6.5	97	0	0	0
2.8 点 滴	4.8	71	0	0	0
散 水	6.7	100	53	18	3
地中かん水	8.1	121	0	0	0
3.7 点 滴	6.5	98	0	0	0
散 水	6.7	100	0	0	0

散水に比べて1/2程度に減少した。かん水方法が違うと、蒸発量が大きく異なることが分かった。

上述の利点に着目し、土面蒸発の減少を図るため、主実験ではかん水量を異にして地中かん水の効果を検討した。第13図と第14図はインゲンマメ培地の含水比 (深さ0-25cm平均) の測定結果である。散水の実験区では、どのかん水量の段階でも含水比が最も低く、次いで点滴かん水の実験区となった。

3つのかん水法を比較すると、地中かん水では予備実験の結果から推定して、水の大部分は作物の蒸散により消費されたと考えられる。しかしながら、散水かん水では作物の蒸散による消費だけでなく、砂の表面からの蒸発により損失される水も多くなる。そのため、かん水量が少なくなれば、砂の含水比はしおれの限界を超えて低下し、かつ、根の分布も浅く、根は水を吸収しにくくなり、葉は枯死を示すことになる。第7表はは種後33日のしおれ葉の調査結果を示した。地中かん水の場合では、しおれ葉が全然みられなかったが、散水と点滴かん水では少量かん水の1.9mmと2.4mm/日の実験区にしおれ葉が多くみられた。

また、第8表は各実験区のインゲンマメの蒸発散係数 (蒸発数量ml/乾物重g) を示した⁴⁾。各実験区の蒸発散係数は341ml/g から590ml/g の範囲にわたり、およそ250

第8表 インゲンマメの乾物重、蒸発散量、蒸発散係数(水ml/乾物g)

処	理	かん水量 ℓ	残存水量 ℓ	蒸発散量 ℓ	蒸発散量		乾物重 g/株	①/② 水ml/ 乾物g	同左比 (%)	同左比 (%)
					ℓ/株 ①	g/株 ②				
1.9mm	地中かん水	191.3	6.65	184.7	13.2	38.64	341	66	79	
	点 滴	191.3	5.64	185.7	13.2	30.94	429	83	100	
	散 水	191.3	2.57	188.7	12.6	24.39	516	100	120	
2.4mm	地中かん水	232.7	18.7	214.0	15.2	45.25	338	70	81	
	点 滴	232.7	5.54	227.2	15.1	36.53	415	86	100	
	散 水	232.7	0	232.7	14.5	30.03	484	100	117	
2.8mm	地中かん水	279.5	25.4	254.1	16.9	40.79	415	87	95	
	点 滴	279.5	6.70	272.8	18.2	41.52	438	92	100	
	散 水	279.5	5.44	274.1	18.3	38.31	477	100	109	
3.7mm	地中かん水	363.7	46.62	317.1	19.8	43.52	455	77	90	
	点 滴	363.7	23.44	340.3	26.2	51.79	505	86	100	
	散 水	363.7	6.42	357.3	25.5	43.24	590	100	117	

ml/gの差がみられた。地中かん水のインゲンマメは最も低い蒸発散係数を示し、散水かん水に比較すると66—87%の値となり、乾物生産に対して水の利用効率が高く、大幅な水の節約となった。点滴かん水に比較しても79—95%の値を示し、かなりの節約となった。このように地中かん水は節水栽培を必要とする乾燥地では、有効なかん水法と考えられた。

摘 要

散水、点滴かん水と地中かん水の3つのかん水方法と1.9mm、2.4mm、2.8mm、3.7mm/日の4段階のかん水量により、つるなしインゲンマメの砂土による実験を行い、5—7月のビニルハウス内におけるインゲンマメの生育、収量および蒸発散係数などを比較、検討した。

1) 2.8mm/日以上のも量かん水の実験区では、かん水方法によって生育および収量(生さや重)に大差が認められなかったが、かん水量の少ない2.4mm/日以下の実験区ではかなりの差を示すことが明らかになった。

2) かん水量1.9mm、2.4mm/日実験区の株当たりの総乾物重では、地中かん水は著しい増加を示し、同じかん水量の散水より51—58%、点滴かん水よりも24%それぞれ増加した。

3) さやの収量(生体重)でも同様な傾向であった。すなわち、少量かん水の2処理では地中かん水は散水区

より32—36%、点滴区より20—23%それぞれ増収を示したが、多量かん水の2処理では散水、点滴区よりも減収の傾向がみられ、地中かん水は節水条件下で優位性が示された。また、さやの収量は蒸発散量と正の相関が認められた。

4) また株当たり蒸発散量を乾物重で除した蒸発散係数では、地中かん水はそれぞれ散水かん水の66—77%、点滴かん水の79—95%の値となり、乾物生産に水が有効に利用され、かなりの節水になることが認められた。

文 献

- 1) 加藤 徹：マメ類の根について。園芸新知識野菜号、10 59—64 (1984)
- 2) 田口 亮平：植物生理学大要。養賢堂、東京(1983) pp.124—132
- 3) 竹内 芳親・遠山 征雄・北村 栄・杉本 勝男：砂栽培メロンの実用化に関する研究(第1報) 品種「ボーナス」の生育、収量と3種の肥料との関係。砂丘研究、31 36—50 (1984)
- 4) 玉井虎太郎：作物水分生理実験法。戸荻義次ほか5名編、農業技術協会、東京(1960) pp.275—300
- 5) 遠山 征雄・竹内 芳親・中出 吉彦・杉本 勝男：シルバー寒冷紗の被覆効果と葉菜類の生育。鳥大砂丘研報、24 21—30 (1985)

- 6) 遠山 征雄・竹内 芳親・谷 和敏・山田 強：保
水剤利用による乾燥地緑化に関する研究（第9報）
点滴，散水かんがいおよびパーク・マルチのキリシ
マツツジ，タブの活着への影響，砂丘研究，32 66
—83 (1985)
- 7) 山根昌勝・佐藤 一郎：砂土における塩水点滴かん
がいによる作物栽培，鳥大砂丘研究，22 9—
23 (1983)