

# 乾燥沙漠地（メキシコ）における野菜栽培試験

## I. 野菜の種子発芽と生育に及ぼす水質と砂質の影響

福元 康文\*・竹内 芳親\*\*・遠山 証雄\*\*・縣 和一\*\*\*

(\*農学部附属システム園芸実験施設・\*\*鳥取大学農学部附属砂丘利用研究施設・

\*\*\*九州大学農学部栽培学研究室)

## The Studies of Culture of Vegetable at Dried Desert (Mexico)

### I. The Effect of Water and Sand Quality on the Seed Germination and Plant Growth

Yasufumi FUKUMOTO\*, Yoshichika TAKEUCHI\*\*, Masao TOYAMA\*\*  
and Waichi AGATA\*\*\*

\* *Reserch Institute of System Horticulture, Faculty of Agriculture*

\*\* *Sand Dune Reserch Institute, Tottori University*

\*\*\* *Laboratory of Crop Husbandry, Faculty of Agriculture, Kyushu University*

**Abstract:** The effect of city water and sand of dried desert on the seed germination and plant growth of several vegetables were investigated. This reserch were carried out in Guerrero Negro, Baja California Sur, Mexico at 6. 1983~3. 1984.

1. City water showed high pH, various salinities and electric conductivity (EC), and all sand samples showed high pH too, but highest EC were showed deep zone (50~60 cm).

2. Early germination of Santosai, Turnip and Pak-choi were suppressed by city water, but all seed germinated in a short time.

3. Plant growth of seedlings were accelerated by city water, especially marked remarkably hypocotyl growth of Pak-choi and root growth of Lettuce.

4. Sand of deep (50~60 cm) suppressed seed germination and growth of early stage of all vegetables, but others were not.

5. From these results, water is no problem but sand is a little, so we have to more reserch plant growth and salt tolerance of dried desert.

## 緒 言

世界の食糧危機が叫ばれている中、現在荒地のまま取り残されている乾燥地・半乾燥地は全陸地面積の28%にも達する広さである。またその部位が一定地域に偏っており食糧危機の増大をもたらしている。にもかかわらず現地の農業技術は極めて低く<sup>1)</sup>とても自給できるような状況にはなく、早急な対応が迫られている。しかしながらその取り組みは遅々として進まず困難を極めている現状にある。幸い乾燥沙漠地での農業開発を目的とした学術研究調査(1983年6月~1984年3月、代表者 竹内芳親)が認められ、沙漠地での野菜栽培試験に取り組んだ。

場所は Fig. 1 に示したメキシコ国のカリフォルニア半島中央部のゲレロ・ネグロ(28° N, 111° W)で、人口約5,500人で世界一の塩田の町として知られており、同半島一円が沙漠あるいは半沙漠に属している地帯である<sup>2)</sup>。ゲレロ・ネグロは平均年間降雨量が僅か 80 mm にも満たない極端に雨の少ない地帯で、一帯がビスカイノ沙漠と呼ばれている。



Fig. 1. The map of Guerrero Negro, Baja California Sur, Mexico.

沙漠現地での野菜栽培に関する研究は、ほとんど例が見られない。

植物生育にとって、沙漠地のような光が豊富な条件下では、先ず、水と培地としての砂が、最も重要な問題であると思われた。そこで、水質と砂質が種子の発芽とその後の生育に及ぼす影響について検討した。

#### 材 料 お よ び 方 法

実験は全て、ゲレロ・ネグロの沙漠内に作った約20aの実験圃場内で行なった。

**実験1** 栽培試験に利用したかんがい水は、飲料水として町から10数km離れた場所で取水している地下水を利用したので、その水が植物の種子発芽と初期生育に及ぼす影響について調査した。種子はレタス（トップマーク）、キャベツ（60日）、山東菜（大型）、カブ（早生大）、パクチョイ（青軸）とハウレンソウ（オラクル）のそれぞれ50粒を用い2回時期を変えて行なった。第1回目は1984年2月1日、2回目は同年2月10日に、直径約21.8cmの発泡スチロール製の円型の器で蒸留水と水道水を吸水させた東洋ろ紙 No. 2 上に播種し、発芽・伸長を見た。処理は乾燥を防ぐため、透明のビニールで包み室内で行なった。発芽は処理後7日間毎日調査し、胚軸・根の伸長は7日目に調査した。なお実験期間中は室内の最高最低温度を記録した。

**実験2** 培地として砂の実験を行うため、川砂（たまに水の流れる川の砂で極く一部にしかない）、砂丘の砂（粘土分の全然含まれていない細砂で、海岸地帯一帯に広く分布している）、実験圃場の沙漠の砂（わずかに粘土分が含まれている）と圃場外の沙漠の砂を用い、圃場内の砂は表面より地下へ0~5cm、10~20cm、30~40cmと50~60cm、また、圃場外の砂は0~5cmと10~20cmの層より採土し、合計8サンプルの砂を用いた。言うまでもないが、沙漠の砂は広大な面積に分布している。実験はたて×よこ×高さがそれぞれ、80×60×20cmの木わく8個の底にビニールを敷き、前述の砂をそれぞれ入れ、大根（夏みの早生一号）、パクチョイ（青軸）、キャベツ（60日）とレタス（トップマーク）の4種を、1984年1月20日に区毎に26粒あて播種して戸外で行なった。実験1と同様発芽とその後の生育を調査した。発芽は、播種後2週間迄毎日調査し、生育調査は、地上

部重・根重・葉長・根長について同1ヶ月目に行なった。なお使用した砂の pH と電気伝導度 (EC) を実験開始前と終了時に調査したが、いずれも 乾土：水=1：5 の条件で測定した。

Table 1. Effect of city water on the germination of seeds

Time (days)		(%)					
Treatment		1	2	3	4	5	6
Lettuce	C.W	0	98	100	100	100	100
	D.W	0	100	100	100	100	100
Cabbage	C.W	0	42	74	82	82	100
	D.W	0	46	76	84	84	100
Santosai	C.W	10	96	100	100	100	100
	D.W	22	96	100	100	100	100
Turnip	C.W	6	96	98	100	100	100
	D.W	50	98	98	100	100	100
Pak-choi	C.W	4	94	94	100	100	100
	D.W	40	98	100	100	100	100

C.W: City water

D.W: Distilled water

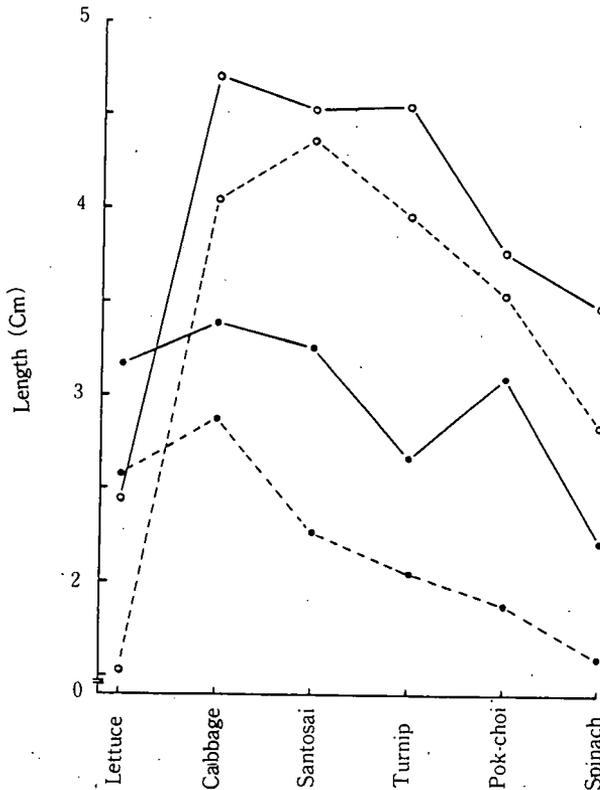


Fig. 2. Effect of city water on the growth of seedlings (First time).  
 ● Hypocotyl, ○ Root, — City water, ---- Distilled water

結 果

1. 発芽・伸長に及ぼす水質の影響

Table 1. に見られるように発芽率は蒸留水と水道水の間では、山東菜、カブ、パクチョイで認められるように、蒸留水でその発芽速度がやや早い傾向にあったが、2日目からはその差異は認められず、4日目にはキャベツを除き、全ての発芽が認められた。ところがその後の実生の発育を見てみると、Fig. 2. 3. 4. に認められるように、第1回目、2回目ともにいずれも、根長、胚軸長が蒸留水区で劣り、水道水区で促進される傾向が認められた。特に胚軸ではパクチョイ、根ではレタスでその促進効果が著しかった。また1回目、2回目ともほぼ同様な傾向が認められたが、Fig. 5. で示したように1回目は最低気温が2回目より高かったため、いずれも、胚軸、根の伸長が良かったが、水道水の促進作用の影響は山東菜の根・胚軸を除き2回目が著しい傾向にあった。水の分析値は、ゲレロ・ネグロと当地よりおよそ 750 km 離れたラ・パスの2水源の水について Table 2. に示したが、一般に日本で使われる水に比べ<sup>3)</sup>、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{So}_4^{2-}$  の含有量が著しく高く、pH 値も高かった。しかしながら、使用したゲレロ・ネグロの水は、ラ・パスの水より、pH 値を除けばいずれも低い値を示した。

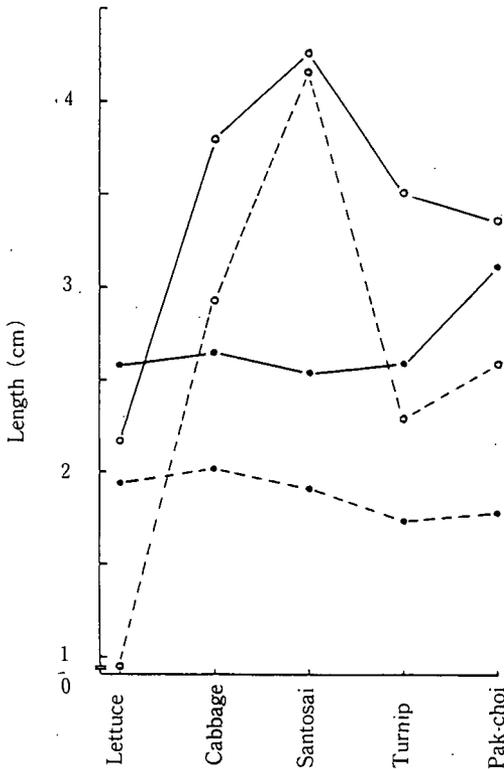


Fig. 3. Effect of city water on the growth of seedlings (Second time).  
● Hypocotyl, ○ Root, — City water, ---- Distilled water

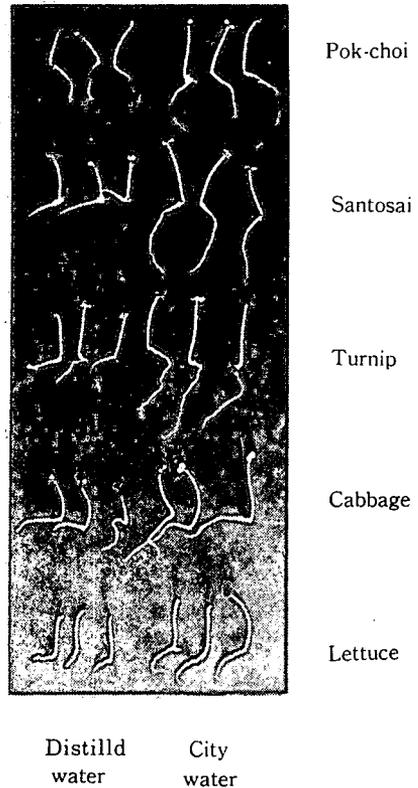


Fig. 4. Effect of city water on the growth of seedlings (Second time).

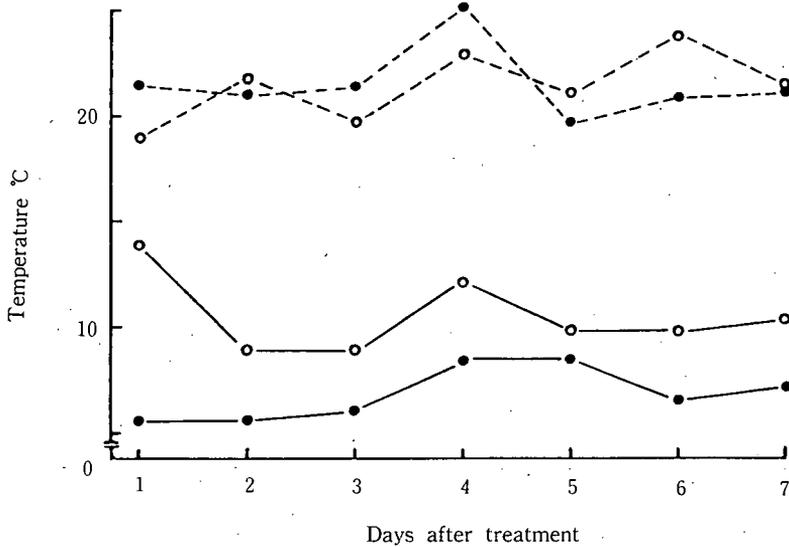


Fig. 5. Room temperature of experimentl.

○—○ Minimum (First time), ●—● Minimum (Second time)  
 ○---○ Maximum (First time), ●---● Maximun (Second time)

Table 2. Scientific constituent of water

(mg/l)

	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup>	So <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	pH	EC <sub>mV</sub>
Guererro Negro	200	30	30	30	300	180	7.9	1.4
La Paz	500	290	100	60	1360	310	7.7	
La Paz	480	148	85	50	1000	410	7.8	

2. 発芽とその後の生育に及ぼす砂質の影響

Table 3. で明らかなように、発芽については砂の種類別では明らかな差異は認められなかったが、深さ別に見た沙漠の砂について見ると、採土部が深くなるにつれて抑制される傾向にあり、特にレタス種子でその傾向が著しかった。Fig. 6~10. と Table 4. でその後の生育を見てみると、いずれの作物も深さ 50~60 cm から採土した砂では、地上部・地下部の伸長・重さともに著しく抑制される傾向が認められ特にレタスで顕著であった。砂の種類別では川砂でやや良い傾向が認められた。実験に供試した砂の pH と EC は Table 5. のとおりで、実験開始時の pH は川砂が7.35で最も低く他はどれも8以上の高い値を示した。また EC は採土部が深くなると高くなり、50~60 cm 区では0.60と高い値を示した。また実験終了時の値は実験1で示した水をかん水に用いたため、ECが高くなったが pH 値は大きく変化しなかった。なお当実験期間中の平均最高気温と最低気温は22.4℃と9.7℃であった。

Table 3. *Effect of different sands on the germination of seeds* (%)

	Radish	Pak-choi	Cabbage	Lettuce	Mean
River sand	96.2	92.3	88.5	96.2	93.3
Sand dune	84.6	100.0	88.5	92.3	91.4
Experiment desert deep (cm)					
0~5	96.2	100.0	96.2	92.3	96.2
10~20	92.5	100.0	100.0	76.9	92.4
30~40	84.6	92.3	84.6	65.4	81.7
50~60	84.6	92.3	76.9	61.5	78.8
Desert deep (cm)					
0~5	92.3	92.3	92.3	80.8	89.4
10~20	76.9	96.2	92.3	76.9	85.6

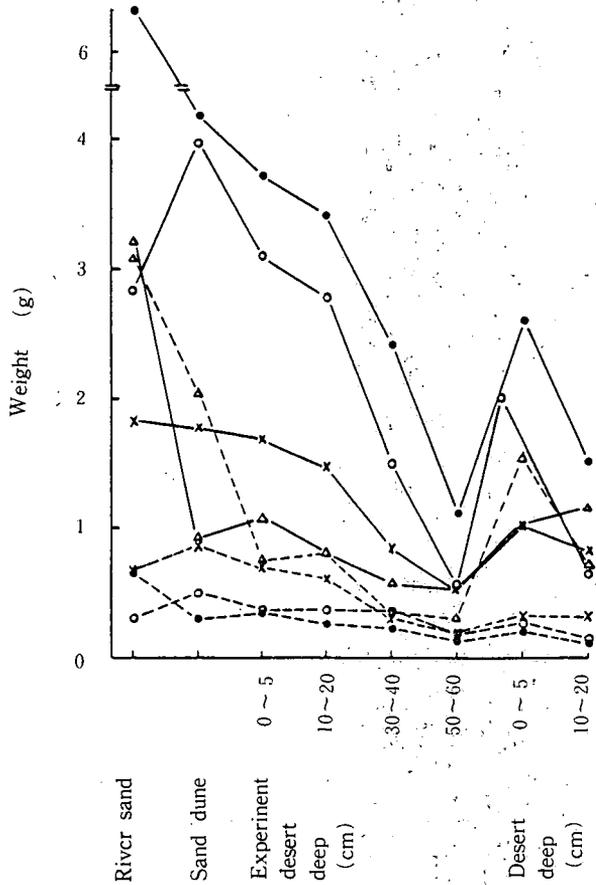


Fig. 6. *Effect of different sands on the growth of seedlings.*

● Radish, ○ Pak-choi, × Cabbage △ Lettuce×10,  
 — Top, ----Root,

Table 4. Effect of different sands on the growth of seedlings

	Length (cm)								
	Radish		Pak-choi		Cabbage		Lettuce		
	Leaf	Poot	Leaf	Poot	Leaf	Poot	Leaf	Poot	
River sand	13.6	22.2	9.7	16.7	7.6	17.9	4.8	20.0	
Sand dune	9.1	19.2	10.4	13.2	6.9	30.4	2.0	19.0	
Experiment 0~5 desert deep (cm)	7.9	17.4	9.5	15.8	6.4	22.8	2.5	17.2	
	10~20	7.9	17.5	9.9	13.8	6.4	20.0	2.0	16.1
	30~40	7.6	14.7	5.9	10.9	5.2	18.5	1.6	13.9
	50~60	4.7	12.3	4.3	10.4	3.0	15.9	1.4	7.1
Desert 0~5 deep (cm)	6.9	14.3	8.1	14.4	6.2	23.8	2.1	17.3	
	10~20	6.0	13.7	5.0	9.5	5.2	25.9	1.6	13.6

Table 5. PH and electric conductivity of different sands

	Start		Finish		
	pH	ECmU	pH	ECmU	
River sand	7.35	0.17	7.90	0.32	
Sand dune	8.00	0.17	8.20	0.40	
Experiment 0~5 desert deep (cm)	8.60	0.29	8.50	0.58	
	10~20	8.85	0.25	8.80	0.53
	30~40	9.05	0.33	8.80	0.74
	50~60	8.80	0.60	8.80	0.78
Desert 0~5 deep (cm)	8.90	0.16	8.65	0.57	
	10~20	8.40	0.21	8.70	0.62

## 考 察

実験に供試された水は、日本の水に比べ<sup>3)</sup>、純度が低く高  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{So}_4^{2-}$  で、かつ EC, pH も高かったが、ECは沙漠地の水としては、遠山<sup>4)</sup>、山根<sup>5)</sup>のイラン沙漠のそれぞれと比べ、やや高い程度であった。Table 2. で明らかのように、山東菜、カブ、パクチョイで極く初期の発芽が抑制されたが、高塩類のためと推察された。しかしその後の生育は Fig. 2. 3. 4. で明らかのように促進された。これは塩類がその後の生育にとって栄養分となったためと思われる、最も心配された水が、無害と言うより、促進的に働く事が明らかとなった。一方砂の培地は沙漠地で実験するにあたり最も大分布している沙漠地の砂が、Table 3. 4, Fig. 6~10. で見られるように、それほど他の砂と変らない発芽、伸長を示したが、採土部が深くなるとその抑制が大きくなり、大体栽培植物の根の分布が地下 30 cm 位まで達するであろう事を考えると、施肥・耕運・かん水など栽培にあたり考慮すべきであろうと思われた。深層部の砂の培地での抑制は高塩類に起因し、中でも Na と Cl の影響が強く働いたものと推察されたが、塩の種類により植物の耐塩性も異なるので<sup>6,7)</sup>、今後の

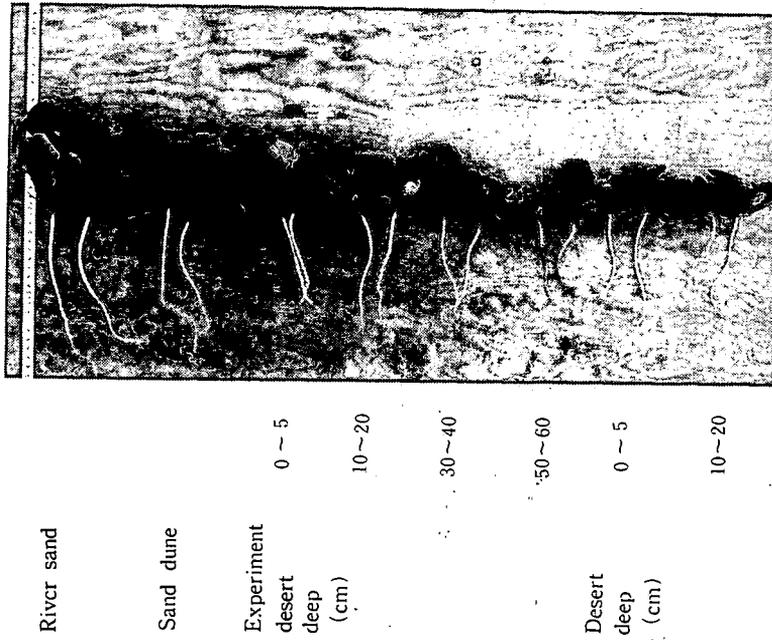


Fig. 7. Effect of different sands on the growth of seedlings of Radish.

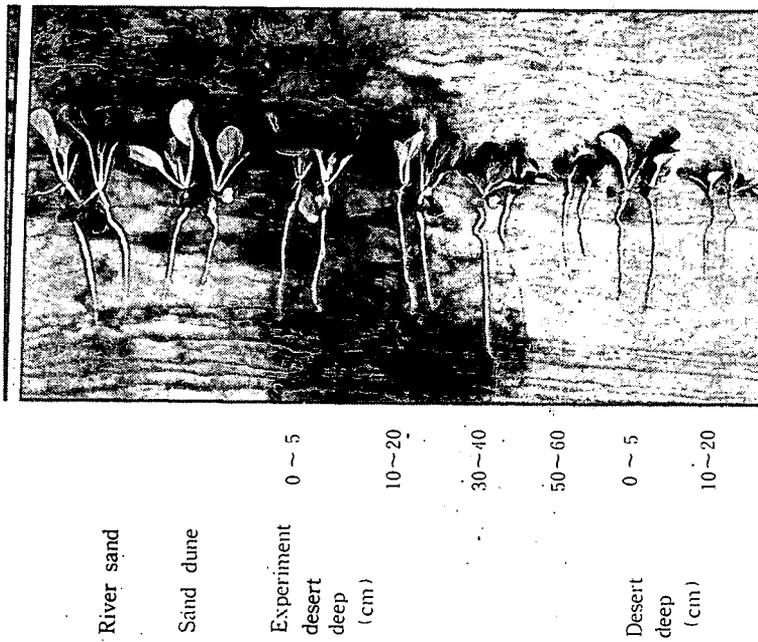


Fig. 8. Effect of different sands on the growth of seedlings of Pak-choi.

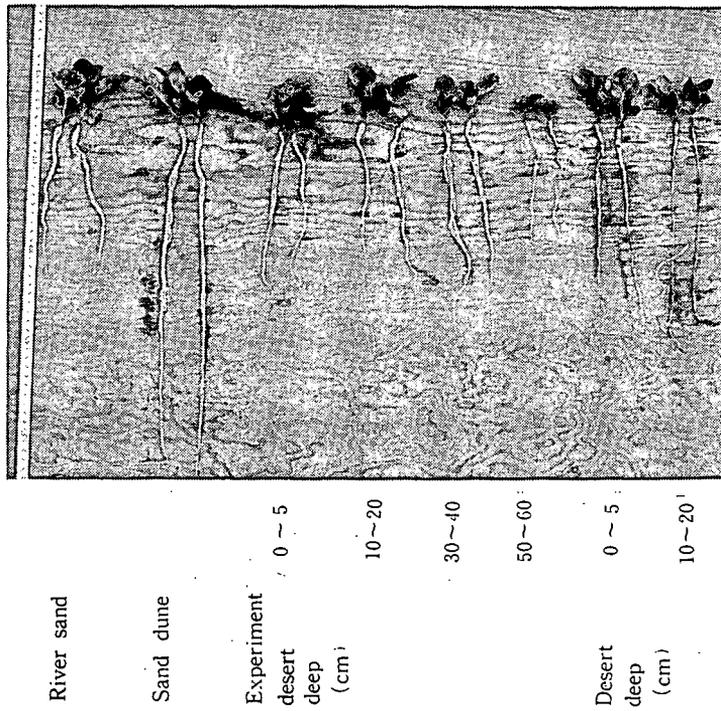


Fig. 9. Effect of different sands on the growth of seedlings of Cabbage.

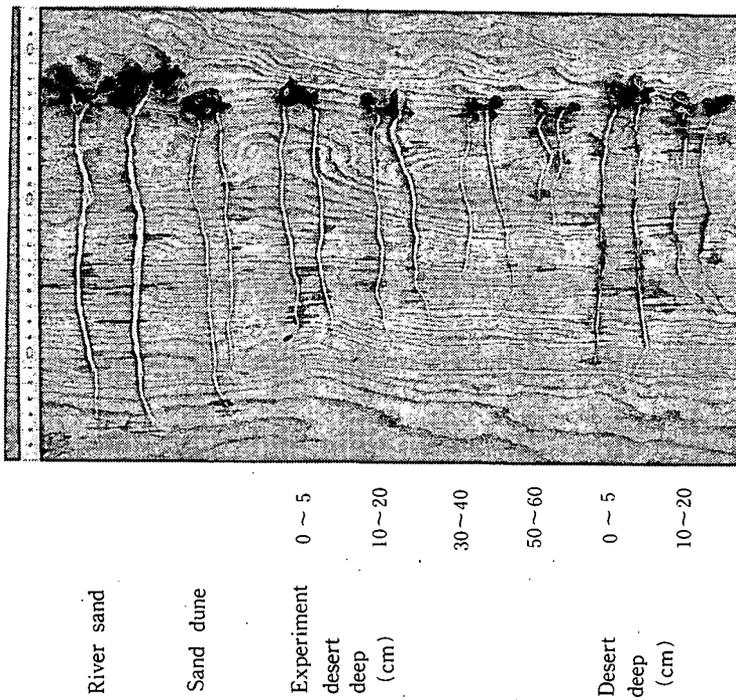


Fig. 10. Effect of different sands on the growth of seedlings of Lettuce.

研究に待たなくてはならない。また本研究でも明らかなように植物の種類・品種によってその抑制作用も異なるので、品種間の感受性の差異とその機作についてもさらに検討していかなければならないと思われた。

### 要 約

乾燥沙漠地で水と砂が数種野菜の種子発芽とその後の生育に及ぼす影響について調査した。本研究は、メキシコ国のカリフォルニア半島、ゲレロ・ネグロで1983年6月から1984年3月にかけて行なわれた。

1. 水道水は pH, 数種塩類と電気伝導度 (EC) が高く、また砂サンプルの全ての pH 値も高かったが、EC は深土 50~60 cm より採土した砂で最も高くなった。

2. 山東菜、カブ、パクチョイの初期発芽が水道水で抑制されたが、すぐに短時日で、全ての発芽が認められた。

3. 実生の生長は、水道水で促進されたが、特にパクチョイの胚軸伸長とレタスの根の生長で著しかった。

4. 50~60 cm の深さから採土した砂は、発芽と全植物の初期生育を抑制したが、他の砂はそれほどではなかった。

5. これらの結果から、水は問題がなかったが、培地として用いる砂では多少問題が認められたので、今後乾燥沙漠地の植物生育と耐塩性についてさらに検討がなされなければならない。

### 引 用 文 献

- 1) 遠山征雄, 砂丘研究の現状と動向。海外の動向, 実情。南北アメリカ沙漠の特徴と農業 砂丘研究, 30 (1), 211-218 (1983)
- 2) ウィリアム・ウエーバー・ジョンソン, 未踏の大自然, バハ・カリフォルニア, 184 p. タイム・ライフブックス, (1980)
- 3) 東京天文台編, 理科年表, 649-650, 丸善 (1984)
- 4) 遠山征雄, イランにおける水溫と水質, 鳥取大砂丘研報, 18, 17-26 (1979)
- 5) 山根昌勝, イラン内陸部における水質, 昭和51年度海外学術調査報告, 鳥取大砂丘研, 181-186 (1977)
- 6) Nukaya, A., Masui M. and Ishida A., Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in nutrient solution culture. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 52, 167-173 (1983)
- 7) Nukaya, A., Masui M. and Ishida A., Salt tolerance of muskmelons as affected by various salinities in sand culture. J. Japan. Soc. Hort. Sci., 51, 427-434 (1983)

(昭和59年9月30日受理)

(昭和60年1月24日発行)