

Saltbush, ハマアカザ属植物の生育に関する研究 (第1報)  
*Atriplex nummularia* の収量に及ぼす塩水の影響

杉本勝男\*・内山泰孝\*\*・遠山柁雄\*・志俣政夫\*

Studies on the Growth of Saltbush (I)  
Effect of Saline Water Watering on  
the Yield of *Atriplex nummularia*.

Katsuo SUGIMOTO,\* Yasutaka UCHIYAMA,\*\* Masao TOYAMA\*  
and Masao SHIDAWARA\*

Summary

Oldman saltbush (*Atriplex nummularia* LINDL.) is native to the Australian arid and semi-arid land and is used for the important grazing grass for sheep. It was tested in the sandy soil under the rain protected glasshouse of the Sand Dune Research Institute, and watered either with fresh water (control), or with saline water containing 3,000 ppm (4.1–5 m mho/cm), 7,500 ppm (9 m mho/cm) and 10,000 ppm (12 m mho/cm) of dissolved  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgSO}_4$  and  $\text{NaHCO}_3$  for three consecutive crop seasons (Tables 1 and 2).

The amount of water irrigated was 7.2 mm, 1.8 mm and 2 mm/a day for the first, second and third seasons respectively. The same trees were successively tested for three seasons. Results obtained were as follows:

1) Growth and yield increased more in the saline water plot as compared with the fresh water one. The saline water watering increased the fresh weight, leaf area, dry matter, leaf/stem ratio and water content per unit leaf area, and decreased the dry matter percentage with increased salt concentrations (Table 3 and Fig.1). This crop was very tolerable to salinity. The electric conductivity (EC) values of soil water extract (1:2) were higher in soil watered with saline water of 10 cm depth than that of 30 cm in the field, whereas EC was much higher

\* 砂丘利用研究施設乾地生態部門

\*\* 熱帯農業研究センター

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

\*\* Tropical Agriculture Research Center

概要は日本熱帯農業学会第54回講演会 (1983年10月) において発表した。

in soil of 22 cm depth than that of 6 cm in the pot (Table 4).

2) Percentage of minerals increased in the leaves as compared with that of stems (Table 5 and Fig. 2). Though percentage of N decreased in the saline water plot, Na, Cl, SO<sub>4</sub>, Ca and Mg particularly in the leaves increased in the saline water plot as compared with those of fresh water with increased salt concentrations.

3) The percentage of cation in the leaves and stems and anion in the leaves increased in the saline water plot as compared with those of the fresh water. Contents of total cation and anion in the tree markedly increased in the saline water plot as compared with those of the fresh water with increased salt concentrations (Table 6). On the other hand, comparison between the saline water and fresh water plots, the cation/anion percentage ratio decreased in the leaves of the former and increased in the stems of former, and the cation/anion content ratio of the trees decreased in the former.

### ま え が き

アカザ科のハマアカザ (*Atriplex*) 属の植物は、わが国には6種を産し、温帯、亜熱帯、熱帯には約200種以上が生育し、その大部分は雑草であり、一年草、多年草または低木が含まれる。Saltbushと呼ばれるハマアカザ属植物は、耐塩性および耐乾性が高く、乾燥地における有望な飼料作物の一つであり、C<sub>4</sub>植物とされている<sup>2,5)</sup>。しかしその生理生態的特性では微量なナトリウムは不可欠であるが<sup>1,2)</sup>、まだ明らかにされていない点が残されている。

*Atriplex nummularia* LINDL., 英名 Oldman saltbush (Giant saltbush) は、多年性常緑低木で、オーストラリアの亜熱帯、温帯地域に多く生育し、特に年降水量が150~250mmの乾燥地方でも育ち、また零下10°Cの低温にも耐えるといわれ<sup>4)</sup>、羊の牧草として重要であり、最も有望な Saltbush の一つである。筆者らは *Atriplex nummularia* の生育・収量に及ぼす高濃度塩類の影響を知るため、3作にわたり同一株を用いて、混合(合成)塩水によるかん水実験などを行ったので、ここに結果の概要を報告する。

### 実験材料および方法

#### 1982年夏作：

熱帯農業研究センター(筑波)のほ場で越冬した *Atriplex nummularia* (種子は1979年にオーストラリアから入手)の苗木を、1982年5月初めに鳥取大学

砂丘利用研究施設の砂丘畑の上に、直接建てた降雨遮断大ガラス室の日陰にまず仮植し、6月初めに150×140cmの栽植距離に、一区5株の1~2本植えとした。6月末までは各区とも淡水をかけたが、その後は毎日所定の混合塩水(表1, 2)をかん水(7.2mm/日)し、定植4.5カ月後の10月中旬に株元から刈り取った。施肥は基肥として、N 0.5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.25, K<sub>2</sub>O 0.38 kg/a を複合肥料(16:8:12)で施した。

#### 1982/83年冬作：

各区とも前作と同一株の再生植物を用い、冬作のかん水は1日おきに前作の1/4の1.8mm/日の割合とし、かん水処理(表1, 2)は前作の収穫直後の10月中旬から実施し、収穫は越冬後の1983年4月中旬に株元から刈り取った。本作からは高濃度塩水の7,500 ppm区のみは10,000 ppm区に変更した。肥料は本作では施さなかった。

Table 1 Composition of saline water  
(In case of 3,000 ppm)

Regent	Dissolved amt.	Elem.	Conc.
	mg/l		meq/l
CaCl <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	1,783	Ca	18.02
		Cl	18.02
MgSO <sub>4</sub> · 7H <sub>2</sub> O	2,068	Mg	16.61
		SO <sub>4</sub>	16.61
NaHCO <sub>3</sub>	1,001	Na	11.90
		HCO <sub>3</sub>	11.90

**1983年夏作：**

本夏作でも各区とも前作と同一株の再生植物を供試し、かん水処理は1日おきに、前年夏作より少ない2mm/日の割合とし、処理(表1, 2)は前冬作の収穫直後の4月下旬から開始し、約4カ月後の8月下旬に株元から刈り取り、収穫した。肥料は前作刈り取り(4月18日)後53日にN0.5, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.25, K<sub>2</sub>O 0.38 kg/aを複合肥料により施した。

**1983年夏作(ポット)：**

Saltbushの苗木(樹高60cm, 乾物重約3g)を4月4日に砂丘砂土を詰め、排水口を閉じた1/2,000aワグネルポットに各1本植えし、一区5ポットとし、15ポットを降雨遮断大ガラス室内に定置した。所定の混合塩水(表1, 2)のかん水処理(2mm/日の割合)は1日おきとし、活着後の4月21日から開始し、10月25日に株元から刈り取り、収穫した。施肥は定植後67, 144, 168日に複合肥料をポット当たりそれぞれ1.6g, 3.2g, 1.6g施用した。

Table 2 Average electric conductivity (EC) and pH of treated solution

Treatment		EC	pH
		$\mu\text{mho}/\text{cm}$	
Summer crop. 1982	淡水	163	7.3
	3,000	4,141	7.8
	7,500	8,974	7.4
Winter crop. 1982/83	淡水	142	6.6
	3,000	4,970	7.9
	10,000	12,200	7.3
Summer crop. 1983	淡水	153	7.3
	3,000	4,510	7.7
	10,000	12,157	7.5

処理に用いた水の淡水は水道水に近い砂丘湧水を用い、混合塩水は表1のように一級試薬の塩化カルシウム二水和物、硫酸マグネシウム七水和物、炭酸水素ナトリウムをそれぞれ淡水に溶かして作り、3,000ppmの場合にはCa, Clがそれぞれ18.02meq/l, Mg, SO<sub>4</sub>が16.61meq/l, Na, HCO<sub>3</sub>が11.90meq/lが含まれる。3作にわたるこれら淡水と各混合塩水の平均電気伝導率とpHの値は表2に示すとおりで

あり、混合塩水3,000, 7,500, 10,000ppmのECはそれぞれ、ほぼ4.5, 9, 12m mho/cmを示した。

植物体の成分分析は、それぞれ窒素はCNコーダ、リンはバナドモリブデン酸法による比色法、カリウム、カルシウム、マグネシウム、ナトリウムはサンプルを乾式灰化法により処理し、原子吸光法、さらに塩素とSO<sub>4</sub>(四酸化硫黄)は乾燥粉末1gを水100mlで1時間振とうし、ろ過した液をイオンクロマトグラフィーにより定量した。

**実験結果**

供試した降雨遮断大ガラス室は室内気温が27°Cを超えると自動的に天井と側面のガラス窓が開き、気温の上昇を抑制し、降雨の際には窓が自動的に閉まり、雨水の流入を防ぐ機能を備えている。このためガラス室の月平均気温は、百葉箱より夏作では4~10°C, 冬作では6~11°C高く推移し、月平均気温は夏作は24~34°C, 冬作は14~23°Cを示した。本作物の生育には夏期の高温や冬期の低温による被害は特に認められなかった。

**1. 生育および収量(表3, 図1)**

1982年夏作：塩水区は淡水区に比べて生育・収量が勝り、特に生体重と葉面積の増大が著しく、乾物率は低下し、葉重/莖重比が高くなった。塩水区は葉身の生育が莖に比べて旺盛で、植物体が水分に富んでいたことを示しているが、これは単位葉面積当たり水分重がやや多いことからもうかがわれる。しかし単位葉面積当たり乾葉重の値は逆にやや少なかったため、塩水区の葉身が淡水区より厚い傾向はみられなかった。

1982/83年冬作：前作と同様に塩水区は淡水区に比べて生育・収量が勝り、葉面積の増大が特に著しく、乾物率はやや低下し、特に葉重/莖重比と単位葉面積当たり水分重や乾葉重の増大が著しかった。塩水区では高濃度の区の生育が勝った。冬作では各区とも夏作に比べて生育量(生体重・葉面積・乾物重)が $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ にしかならず貧弱であったが、株自体は水分に富んでおり、葉身の生育が莖に比べて特に旺盛で、葉身自体も夏作に比べて塩水区で肥大が認められた。

Table 3 Growth and yield of *Atriplex nummularia*

Treatment	Watering	Fresh wt.	Leaf area ①	Dry wt.	Dry matter percent.	Leaf/ Stem ratio	Water cont./①	Dry leaf wt./①	
	mm/day	g/tree	m <sup>2</sup> /tree	g/tree	%		mg/cm <sup>2</sup>	mg/cm <sup>2</sup>	
Summer crop.	Cont.	7.2	1,032a	1.61a	274	28.6a	0.82ab	30.9	8.3
	3,000	7.2	1,500	2.47	332	23.4	1.18a	33.2	7.5
	1982 7,500	7.2	1,807a	3.24a	390	21.4a	1.42b	32.9	6.9
Winter crop.	Cont.	1.8	452	0.68ab	88	20.6	1.50ab	37.5ac	7.6ab
	3,000	1.8	635	1.13a	100	16.1	2.31a	127.9ab	20.5a
	1982/83 10,000	1.8	932	1.20b	152	16.1	2.20b	196.1bc	28.7b
Summer crop.	Cont.	2.0	1,206ab	1.91a	288ab	23.8ab	0.67	33.5	5.9a
	3,000	2.0	2,482a	3.45	477a	19.6a	1.04	42.0	7.0a
	1983 10,000	2.0	2,864b	4.23a	539a	18.9b	0.99	40.8	6.4
Summer crop.(Pot)	Cont.	2.0	107	0.13	36	33.7a	0.57	34.1a	9.8ab
	3,000	2.0	108	0.12	39	35.7ab	0.54a	36.0b	11.0a
	1983 10,000	2.0	128	0.15	42	33.4b	0.72a	40.3ab	11.7b

Note) Each figure with the same mark among a, b and c indicates the statistical significance.

1983年夏作：前々作，前作以上に塩水区は淡水区に比べて生育・収量が勝り，生体重，葉面積，乾物重の増大と乾物率の低下が特に著しかったが，葉重/茎重比と単位葉面積当たり水分重や乾葉重はやや勝る程度であった。塩水区では前2作と同様に高濃度の区の生育量が勝った。本作では乾物率は前年夏作より低かったが，前冬作より高く，葉重/茎重比と単位葉面積当たり乾葉重は3作中最も少ないことから，地上部の生育量のうち葉身に比べて茎の占める割合が3作中最も高くなった。

1983年夏作（ポット）：ポットにおいては，塩水区は淡水区に比べて生育・収量が高濃度区においてやや勝ったが，低濃度区では大差がみられなかった。また高濃度塩水区は葉重/茎重比が最も高く，乾物率が最も低く，若々しい生育となり，単位葉面積当たり水分重や乾葉重も最も多く，葉身は水分に富み，肥大を示した。一方，低濃度塩水区は3区中で葉重/茎重比が最も低く，葉面積も少なく，乾物率も高いことから，茎に比べて葉身の生育が劣ることがうかがわれた（図1）。

以上3作を通じてみると，塩水濃度が高くなるにつれて，生育量がまさり，乾物率が低くなり，植物体は水分に富んでいた。塩水区は淡水区に比べて葉

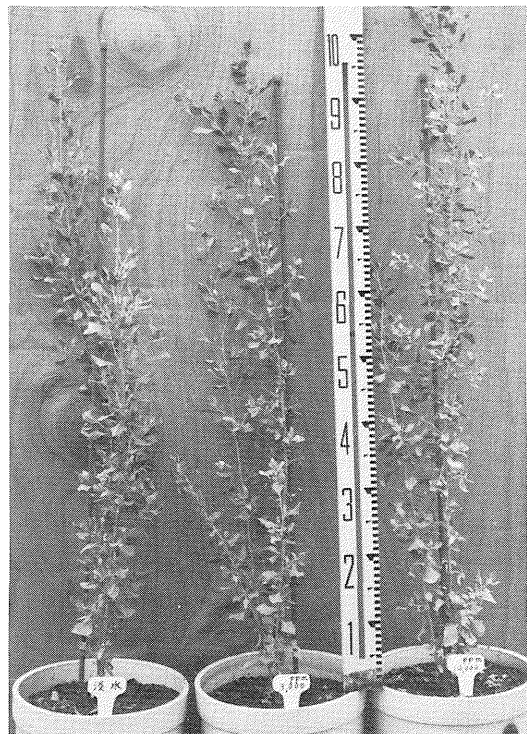


Fig. 1 *Atriplex nummularia* at harvesting time (Summer cropping, 1983). Left-Control, Middle-3,000 ppm, Right-10,000 ppm

重/茎重比が1.4~1.7倍も高く、葉身の生育が茎より旺盛で、冬作では特に葉身は水分を多く含み、肥大した生育を示した。また夏作の各区の生育は冬作に比べて旺盛で、生育・収量で2~3倍を示した。一方、ポットではほ場におけるほど生育差はみられず、淡水区に比べて生育・収量などの諸形質が塩水高濃度区では勝ったが、低濃度区では大差がみられなかった。

Table 4 Electric conductivity of soil at harvesting time (micromho/cm)

Treatment	Below the surface		
	10 cm	30 cm	
Summer crop. 1982	Cont.	54	60
	3,000	1,280	930
	7,500	900	925
Winter crop. 1982/83	Cont.	63	47
	3,000	935	322
	10,000	659	766
Summer crop. 1983	Cont.	438	78
	3,000	1,050	209
	10,000	1,487	1,042
Summer crop.(Pot) 1983	Cont.	6 cm	22 cm
	3,000	864	1,006
	10,000	2,160	2,890
		3,290	6,170

Note) Dry soil : water = 1 : 2.

## 2. 収穫期の土壌電気伝導率 (EC) (表4)

各作期の株周辺の地下10cmと30cm砂土およびポット砂土の地下6cmと22cmの収穫期におけるECの値を表4に示した。

1982年夏作：塩水区のECは淡水区に比べて高かったが、塩濃度の高低および測定部位の深浅による一定の傾向は認められず、全区の中では低濃度区10cm深のECが最も高かった。

1982/83年冬作：全般にECの値が低かったが、前夏作とほぼ同様の傾向が認められた。

1983年夏作：本作でも塩水区のECは淡水区に比べて高かったが、前2作と異なり、処理間に一定の傾向が認められた。すなわち塩水高濃度区は低濃度区に比べ、また10cm深のECは30cmに比べて明らかに高かった。このため全区の中では高濃度区10cm深のECが最も高かった。

1983年夏作(ポット)：有底のポットの砂土においてはECの値が全般に高く、淡水区においてもほ場におけるECよりもはるかに高い値を示した。塩水区の土壌ECは淡水区に比べて明らかに高く、かつ塩水高濃度区は低濃度区に比べて明らかに高かったが、前述のほ場の傾向と異なり深い位置のECは浅い位置に比べて明らかに高かった。全区の中では高濃度区22cm深のECが最も高く、同6cmの2倍近い値を示した。

## 3. 収穫物の無機成分 (表5, 6, 図2)

3作についての各成分含有率は茎、葉別に表5と

Table 5 Mineral constituents of harvested *Atriplex nummularia* (On dry matter basis %)

Treatment	N		P		K		Ca		Mg		Na		Cl		SO <sub>4</sub>		
	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	L	S	
Summer crop. 1982	Cont.	3.84	1.51	0.28	0.32	3.04	2.00	1.22	0.58	1.28	0.25	5.25	2.08	3.96	1.36	0.93	0.45
	3,000	3.26	1.30	0.27	0.28	3.14	3.55	1.81	1.18	1.86	0.85	6.57	3.88	8.62	1.66	0.99	0.45
	7,500	3.26	1.33	0.29	0.35	2.48	1.87	2.19	0.52	2.09	0.26	7.60	2.62	8.00	2.00	2.01	0.48
Winter crop. 1982/83	Cont.	4.36	3.02	0.41	0.46	3.90	1.70	1.87	0.51	1.94	0.21	6.00	2.20	5.60	4.04	1.12	0.46
	3,000	3.60	2.38	0.34	0.35	3.21	2.90	1.25	1.08	2.32	0.83	7.58	4.77	13.24	5.00	1.09	0.93
	10,000	3.23	1.89	0.48	0.47	3.01	2.69	1.95	1.14	2.52	0.70	7.90	4.18	9.81	3.31	3.05	1.12
Summer crop. 1983	Cont.	3.86	1.45	0.23	0.17	6.87	3.70	1.49	0.59	1.92	0.44	10.50	2.50	4.76	1.21	0.84	0.50
	3,000	2.78	1.38	0.17	0.14	5.30	3.80	1.73	0.69	2.12	0.45	13.00	3.40	9.84	1.69	0.74	0.40
	10,000	2.82	1.38	0.19	0.19	4.70	3.90	2.04	0.72	2.36	0.49	13.90	4.00	9.84	1.77	1.14	0.50

Note) L-Leaf, S-Stem.

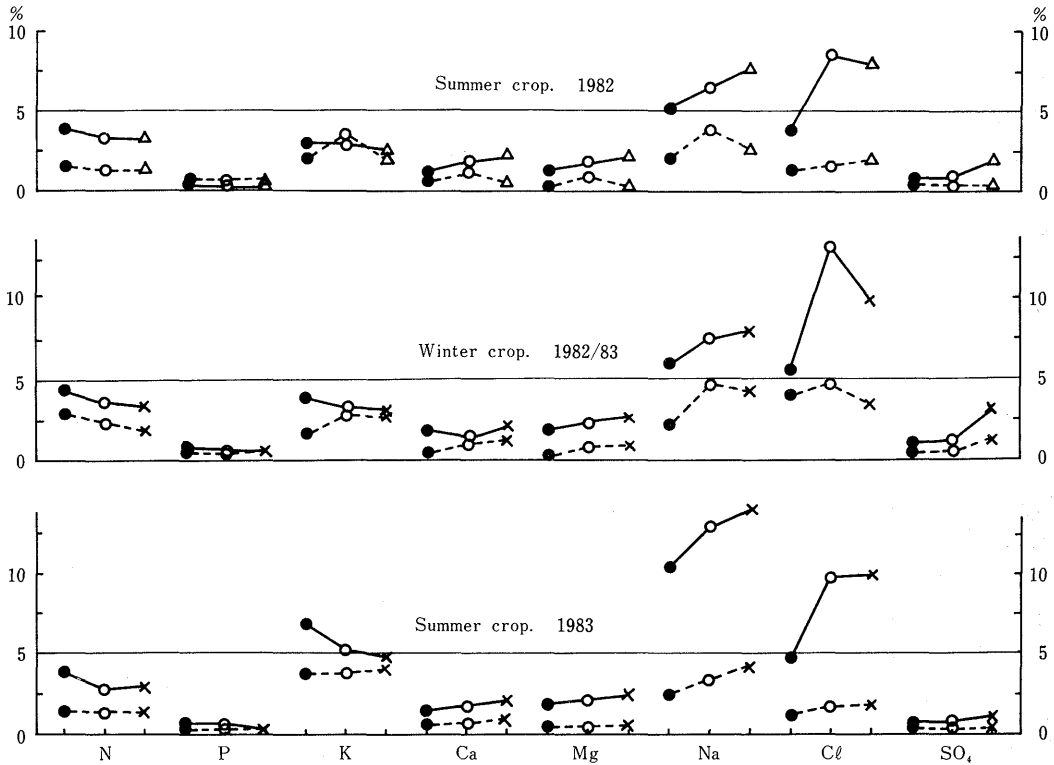


Fig. 2 Mineral constituents of harvested *Atriplex nummularia* (On dry matter basis)  
 (• Cont., ○ 3,000, △ 7,500, × 10,000 ppm, — Leaf, - - - Stem)

図2に、また全カチオンと全アニオンに分けて、その含有率と吸収量および両者のバランスを表6にそれぞれ示した。

1982年夏作：各成分含有率はPを除き、葉身は茎より高く、その差はCl、NaやNにおいて著しかった。塩水区は淡水区に比べてNにおいて含有率の低下がみられたが、Na、Cl、SO<sub>4</sub>、Ca、Mgでは特に葉身において増加が認められ、塩水高濃度区ほどその傾向が著しかった。

1982/83年冬作：前作とほぼ同様な傾向が認められた。塩水区の含有率において高濃度区が低濃度区よりCa、Mg、SO<sub>4</sub>では高かったが、Cl、Naで低くなった。

1983年夏作：前2作とほぼ同様な傾向が認められた。すなわち、塩水区のCa、Mg、Na、Cl、SO<sub>4</sub>について高濃度区ほど含有率の高まりが、前2作より

明らかであったが、逆にKについては吸収抑制が葉身において認められた。

以上3作を通じてみると、各成分含有率はPを除き、葉身は茎よりもいずれも高く、特にNa、ClやNにおいてその差は顕著であった。塩水区は塩水濃度の上昇により、Nの茎葉とKの葉において、吸収抑制による含有率の低下がみられたが、他の成分については、特に葉身において含有率の増加がほぼみられた。一方、各区とも他の作物に比べてNaとClの含有率が特に葉身において著しく高かった。

全カチオン(c)や全アニオン(a)の含有率は前述の各成分含有率にはほぼ対応した値を示した(表6)。すなわち3作を通じて、塩水区の全カチオンと全アニオン含有率は淡水区に比べて、塩水濃度の上昇によりほぼ増加がみられ、茎よりも葉身においてこの

Table 6 Total amounts of basic and acidic constituents in the leaves and stems of *Atriplex nummularia*

Treatment	Cation (c)		Anion (a)		c/a × 100		Anion cont.	Na/c × 100	Cation cont.	c/a × 100		
	Leaf	Stem	Leaf	Stem	Leaf	Stem						
	meq/100g	meq/100g	meq/100g	meq/100g			meq/tree		meq/tree			
Summer crop.	Cont.	472	191	199	79	238	243	876	48	366	239	
	3,000	609	388	322	83	189	468	1,684	46	703	239	
	1982	7,500	675	209	326	95	207	220	1,849	50	833	222
Winter crop.	Cont.	614	182	260	182	236	100	386	44	201	193	
	3,000	665	404	461	206	144	196	584	50	381	153	
	1982/83	10,000	725	365	402	157	180	233	924	48	490	189
Summer crop.	Cont.	865	269	219	71	395	376	1,446	49	372	389	
	3,000	962	317	341	81	282	390	3,034	56	1,001	303	
	1983	10,000	1,021	350	351	87	291	404	3,669	57	1,168	314

傾向が明らかであった。c/a比は含有率よりみれば、葉では淡水区のほうの値が高く、茎においては、塩水区のほうの値がおおむね高かった。また夏作特に1983年の値は冬作に比べて、いずれも高まった。

一方、カチオンとアニオンの絶対量としての全吸収量は生育量の傾向と同様に、淡水区に比べて塩水濃度が高まるにつれて増大するとともに、カチオン > アニオン、夏作 (特に1983年) > 冬作となった。さらに c/a のバランスを示す吸収量の比は淡水区は塩水区よりも値が高く、塩水区においては、低濃度と高濃度の間に一定の傾向がみられなかった。またカチオンの吸収量のうち Na の占める割合が極めて高く、各区とも50%前後に達し、特に塩水区において高まった。このように Na/a 比の高いのは、本植物の特徴とみられ、これらについては後で論述したい。

## 考 察

*Atriplex nummularia* は  $C_4$  植物であり<sup>2,5)</sup>、ナトリウムの不足によりクロロシスを起こすとし、微量な  $0.1 \text{ meq/l}$  の塩化ナトリウムか硫酸ナトリウムの添加により収量が5倍増加するとし<sup>1,2)</sup>、 $C_4$  光合成経路をもつハマアカザ属の  $C_4$  植物では一般にナトリウムは不可欠な微量元素であるが、 $C_3$  植物では必要でないことが既に明らかにされている<sup>2,5)</sup>。

混合塩水3,000, 7,500, 10,000 ppmについてそれ

ぞれの EC の値 (表2) を NaCl に換算すると、0.24, 0.5, 0.67% にほぼ相当する。普通砂耕栽培で  $50 \text{ meq/l}$  の濃度の塩類 (NaCl 0.29%) を与えると、中程度の塩害の現れるのが普通で、作物によっては枯死する場合がある<sup>6)</sup>。耐塩性といわれる作物でも、本実験のように7,500 ppm (NaCl 0.5%) とか10,000 ppm (NaCl 0.67%) といった高濃度な塩水をかん水すると、生育阻害により著しく減収し、場合によっては枯死がみられる。ポット植のソルガムでは3,000 ppm のかん水で、淡水の40%程度の収量を示した<sup>7)</sup>。

しかし本種では10,000 ppm までは塩水濃度が高くなるにつれて生育量が大きくなり、茎に比べて葉の生育が旺盛で、葉身は水分を多く含み、葉身は肥大を示した。葉身含水量の高まりは体内の塩濃度を下げることの本作物のきつ抗作用の一端を示すものと考えられる。このように微量元素としての域を超える高濃度な塩水が生育を旺盛にすることは、本作物の耐塩性 (任意好塩性) の一端を示すものと考えられ、生育阻害をもたらす限界濃度については、さらに今後の解明を必要とする。

一方、成分含有率からみて、塩水かん水によりナトリウムと塩素の高まりが目につき、両者の過剰吸収が顕著に認められる。これと対照的に茎葉の窒素と葉身のカリウム含有率の低下が認められ、両者の吸収がやや抑制された。しかしカルシウム、マグネ

シウムの含有率は淡水区よりやや高く、ナトリウムの過剰吸収に伴いきっ抗的に一部の成分の吸収が抑制されたが、生育・収量からみて、体内養分間のバランスを崩し、欠乏症を招くほどではなかったものと考えられる。

Saltbush には葉の表面に気胞毛状体があり、ここに過剰に吸収された塩分が貯えられ、その後破れて葉外に塩分を放出する機構を備えている<sup>3)</sup>。このため、葉に触れると表面にざらざらとした塩分の析出が絶えず感じられた。ナトリウム、塩素含有率の高いのは本種の特徴であるが、収穫した葉身は洗浄しないで、乾燥、粉碎して分析に供した。分析値にはこの析出塩分も含まれるので、実際の体内成分よりもナトリウムや塩素が過大な値を示すことも考慮する必要がある。

淡水区に比べて塩水区での各成分含有率の増加は全カチオン (c) 含有率を茎葉とも高め、全アニオン (a) においては茎では明らかでないが、葉身において増加がみられた。このため、塩水区では生育量が勝ったことと相まって、全カチオンと全アニオンの吸収量は淡水区に比べて塩水区は勝り、高濃度区ほど増加した。両者のバランスを示す c/a 比は淡水区と塩水区の間で必ずしも一定の傾向がみられない。すなわち含有率による c/a 比の比較では、塩水区は淡水区に比べて葉身では明らかに低く、茎では逆に高くなり、茎葉合計の吸収量による比較では、塩水区は淡水区よりやや低くなった。

一般に耐塩性の弱い作物は塩類濃度の増大に伴って、カチオン吸収能が弱く、ナトリウムの多少の吸収増にきっ抗して各成分の吸収阻害を起こし、c/a 比の低下をもたらすことが特徴としてあげられている<sup>6)</sup>。本作物においてはカチオンやアニオンの吸収阻害はほとんどみられず、吸収量も激増しているので、c/a 比のみで耐塩性の強弱を律することは無理のように考えられる。

収穫期の株周辺の土壌 EC は無底状態のほ場では、深層より浅層のほうが高く、1 mmho/cm 程度であったが、有底のポットの場合は深層は浅層より、塩水高濃度は低濃度より土壌 EC が高まり、最大で 6 mmho/cm となり、塩集積を示したが、生育には障害がみられなかった。ポット淡水区では深層で 1 mmho/cm

に達したが、要水量の低い本種のような C<sub>4</sub> 植物では、これら土壌 EC に関連するかん水量については、今後の検討を必要とする。

## 摘 要

1) *Atriplex nummularia* を降雨遮断大ガラス室内の砂丘畑で、同一株を 3 作、ポットで 1 作供試した。淡水区に比べて混合塩水 (塩化カルシウム、硫酸マグネシウム、炭酸水素ナトリウム) 10,000ppm (12mmho/cm) までのかん水で、濃度が高くなるにつれて生育量が著しく大となり、茎に比べて葉の生育が旺盛で、葉身は水分に富み、肥大を示し、耐塩性が認められた。

2) 収穫物の成分含有率は P を除き、葉部は茎部より高かった。塩水区は淡水区に比べて N 含有率は低下したが、Na, Cl, SO<sub>4</sub>, Ca, Mg は特に葉身で増加し、高濃度区ほど増加傾向がみられた。また Na と Cl の含有率は他の作物に比べて特に高かった。

3) 塩水区では淡水区に比べて含有率について、全カチオン (c) は茎葉とも、全アニオン (a) は葉身において高く、吸収量 (茎葉合計) については、全カチオン、全アニオンとも激増した。一方 c/a 比は含有率については、塩水区は淡水区より葉身では低く、茎では逆に高く、茎葉合計吸収量については、塩水区のほうが低かった。

## 謝 辞

化学分析結果の取りまとめに当たり教示を賜った本学農芸化学科長井武雄教授と塩水組成について助言をいただいた砂丘利用研究施設山根昌勝助教授に対し、感謝の意を表します。

## 引用文献

1. BROWNELL, P. F. 1967. Sodium as essential micronutrient for some higher plants. *Plant Soil* 28: 161-164.
2. ——— and C. J. CROSSLAND. 1972. The requirement for sodium as a micronutrient by species having the C<sub>4</sub> dicarboxylic photosynthetic pathway. *Plant Physiol.* 49: 794-797.



3. KELLEY, D.B. *et al.* 1982. Biology of *Atriplex*. In contributions to the ecology of halophytes (Ed.) D.N. SEN *et al.* pp. 79-87. Dr W. Junk Pub.
4. Nat. Acad. of Sci. 1975. Underexploited tropical plants with promising economic value. pp. 122-127. Washington.
5. OSMOND, C.B. 1969. C<sub>4</sub> photosynthesis in the chenopodiaceae. Z. Pflanzenphysiol. **62**:129-132.
6. 下瀬 昇. 1972. 作物の塩害に関する研究. 第9報 麦類およびアスパラガスの耐塩性. 岡山大農学報 **40**:57-68.
7. 山根昌勝・佐藤一郎. 1982. グレインソルガムの生育に及ぼす塩水灌水時期の影響. 熱農学会要旨 **51**:28-29.