

# 서산 간척지의 염도와 벼의 생육에 관한 연구

이 희 선 · 김 옥 봉

서원대학교 사범대학 생물교육과

## Studies on Salinity and Growth of Rice at Seosan Reclaimed Land

Lee, Hee-Sun and Ock-Bong Kim

Department of Biology Education, Seowon University

### ABSTRACT

The effects of salinity on the growth and production of rice were studied at Seosan reclaimed land from July to October, 1995.

The plant height, the number of living leaves, dead leaves and total leaves, the number of the grains and the dry weight of the grains per individual, and the dry weight of above the ground in 25 cm×25 cm quadrat were investigated on 5 plots where were different salinity.

The plant height, the number of living leaves and total leaves and the number of grains and the dry weight of grains per individual, and the dry weight of above the ground decreased as the salinity of water increase and the number of dead leaves of rice increased as the salinity of water decrease. The effect of salinity on the reproductive production is severer than the vegetative production.

Because of the salinity, the growth and the production of the rice at Seosan reclaimed land are worse than the normal rice field.

*Key words*: Salinity, Rice, Reclaimed land, Rice field, Reproductive production, Vegetative production.

### 서 론

국토가 좁은 우리나라에서는 오래 전부터 간척활동이 이루어져 왔으며, 최근에도 대단위 간척사업이 진행되고 있다. 그 중의 한 곳이 서산 현대 간척지이다.

서산 간척지는 1985년부터 1994년까지 간척이 이루어진 곳으로 현재 (주)현대에서 간척지 전 지역에 벼를 파종하여 쌀을 생산하고 있으나 탈염이 완전히 이루어지지 않아서 벼의 생육상태는 일반 논에 비하여 불량하다. 또한 간척지의 규모가 광대하여 탈염이 전 지역에 고루 이루어지지 않아서 지소에 따라

벼의 생육상태가 차이를 나타내고 있다.

식물의 내염성에 대한 연구는 Phleger(1971)의 염습지에서 식물의 종별 생장에 미치는 염분의 영향, Seneca(1972)의 몇 가지 식물 유묘의 염분에 대한 생장반응, 그리고 높은 염분농도에서 겉보리속 식물의 일종(*Hordeum vulgare*)의 염분 농도와 생장과의 관계(Delane *et al.* 1982)와 이온 간의 상호영향에 관한 연구(Ben-Hayyim *et al.* 1987, Cramer *et al.* 1985, Kafafi *et al.* 1982, Stuiver *et al.* 1981) 등이 있다. 김(1971, 1980)은 간척식물군락 형성과정의 연구를 통해 종의 분포와 종자의 발아력에서 종별 내염성의 차이가 있음을 밝혔으며, 임과 황(1977)은 간척지 내의 벼 및 기타 작물의 내염성과 사탕무

재배에 관한 기초 연구를 실시한 바가 있다. 또한 임 등(1971)은 간척지에서 벼의 무기양분 흡수와 쌀 성분에 관한 연구를 하였다. 그러나 간척지 내에서의 염도에 따른 벼의 생육상태 및 생산량에 관한 연구는 많지 않은 실정이다.

본 연구에서는 염도에 따른 벼의 생육상태 및 생산량에 미치는 영향을 알아보기 위하여 서산간척지에서 벼의 생육상태가 다른 5개 지소와 대조구로 간척지 부근에 있는 오래 전부터 벼를 경작하였던 일반 논에 벼를 채집하여 벼의 키, 잎의 수, 이삭 당 낱알의 수, 낱알의 생산량, 지상부의 생산량을 논물의 염분농도와 비교하여 조사하였다.

**조사지소의 개황**

서산 간척지 A지구는 충청남도 서산시 부석면에서 홍성군 서부면에 걸쳐 위치하며 총 매립면적은 97km<sup>2</sup>, 간척면적은 68km<sup>2</sup>이며, 담수호 면적은 29km<sup>2</sup>이다. 또한 방조제의 연장은 6,458m, 제방의 높이는 28m이다. 이 간척의 결과로 국토는 97km<sup>2</sup>가 확장되었으며 수자원 확보는 138.72km<sup>3</sup>, 식량은 34,060 M/T, 즉 212,100석이나 증가되었다.

간척이 되기 전에는 간월도라는 섬이 있었지만 현재는 제방으로 이어져 육지와 연결되어 있다. 또한 간척지에 물을 공급하는 천수만은 아직 완전히 담수로 전환되지 않아 해수어인 망둥어와 담수어인 붕어, 잉어 등이 공존하고 있다. 간척지 A지구의 일부는 상습 침수지역으로 조사기간인 1995년에도 폭우로 인해 조사를 포함하여 여러 곳이 침수되었다.

서산 간척지의 기상 환경을 알아보기 위하여 본 조사지소에서 가장 가까운 곳에 위치한 서산측후소에서 발표한 자료(1985

년~1994년)를 참고하였다.

연평균기온은 11.8℃이었고, 월평균기온이 15℃ 이상인 달은 5월~9월의 5개월간이었으며, 월평균기온이 가장 높은 달은 8월로서 25.6℃이었다. 또한 월평균기온이 1℃ 이하인 달은 1월과 2월이었다. 월평균최고기온은 8월에 나타나며 30.0℃이었고,

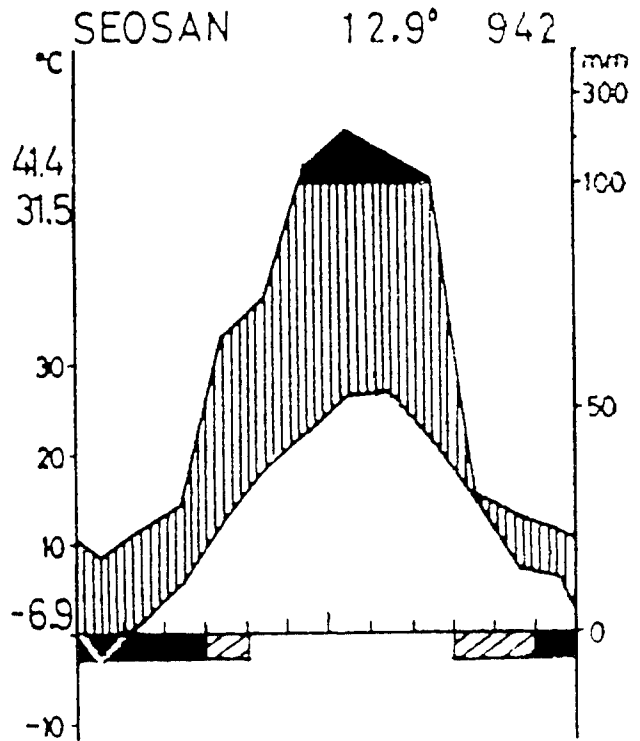


Fig. 1. Climate-diagram on Seosan.

**Table 1.** Monthly variation of the weather condition on Seosan

Weather condition	Mean temp.(°C)	Mean max. temp.(°C)	Mean min. temp.(°C)	Precipitation(mm)	
Month	1	-2.7	1.6	-6.9	18.1
	2	-0.7	3.5	-4.9	24.5
	3	4.2	8.9	-0.4	32.3
	4	10.5	15.9	5.2	76.6
	5	16.1	21.6	10.4	80.0
	6	20.4	25.8	15.0	123.3
	7	24.7	28.6	20.8	297.8
	8	25.6	30.0	21.4	226.3
	9	20.6	25.4	15.8	154.1
	10	14.5	19.9	8.9	38.1
	11	7.7	12.0	3.0	47.8
	12	0.9	5.0	-3.2	36.1
Mean or Total	11.8	16.5	7.1	1155.0	

월평균최저기온을 나타내는 달은 1월로  $-6.9^{\circ}\text{C}$ 이었다(Table 1).

연평균강수량은 1155 mm이었고, 6~9월의 4개월간의 평균 강수량이 801.5 mm로 연평균강수량의 69.4%를 차지하는 하계 다우지역이다. 기후통계를 이용하여 작성한 조사지역의 기후도는 Fig. 1과 같으며, 수분 부족현상은 일어나지 않는다(임과 김 1983).

### 조사 기간 및 조사 방법

본 조사는 1995년 7월부터 1995년 10월까지 4개월에 걸쳐 실시하였다.

조사는 벼의 생육상태를 관찰하여 5가지 종류(Table 2)로 나누고, 각 종류별 4개 지소를 선택하여 조사하였다(Fig. 2). 대조구는 간척지 이웃에서 오래 전부터 벼의 경작을 하고 있는 일반 논을 선정하였고, 각 지소와 대조구에 파종된 벼는 동일 품종이었다.

조사는 각 지소에서 두 지점을 선정하여 각 지점마다 25 cm×25 cm 방형구를 3번씩 설치하여 각 생육상태별 24개의 방형구를 조사하였다. 논물의 염도는 1차 조사를 할 때 논물 500cc를 채수하여 실험실로 옮겨서 채수한 물 20cc를  $\text{AgNO}_3$  로 적정하여 Cl의 양을 측정하고

$$\text{염도} = 0.03 + 1.805 \text{ Cl}$$

로 산출하였다.

pH는 pH측정기(Corning, Model 7)로 측정하였다. 염도 및 pH는 5회 반복하여 측정하였으며, 모든 측정치를 이용하여 평균치와 표준편차를 산출하였다.

1차 조사는 1995년 7월 7일에 실시하였다. 1차 조사는 각 조사지소에 방형구를 설치하여 각 방형구 내에서 벼의 키를 측정하였고, 각 개체의 살아 있는 잎, 죽은 잎 및 전체 잎의 수를 조사하였다. 대조군은 일반 논에서 3개의 방형구를 설치하여 위와 같은 방법으로 조사하였다. 또한 각 지점에서 500cc의 물을 채수하여 실험실로 옮겨 염도 및 pH를 측정하였다.

2차 조사(9월 8일)는 1차 조사지소에 방형구를 설치하여 방형구 내의 벼의 키를 측정하였고, 각 방형구 내의 벼를 채취하여 건조기에서 3일 동안 말린 다음 무게를 측정하였다. 그리고 각 방형구에서 무작위로 이삭 10개를 선택하여 낱알의 수를 세어 개체 당 낱알의 수를 구하였다.

3차 조사(10월 3일)는 1차 조사와 동일한 지소에서 방형구를 설치하여 방형구 내의 벼의 키를 측정하고, 각 방형구 내의 벼를 채취하여 건조기에서 3일 동안 말린 다음 무게를 측정하였

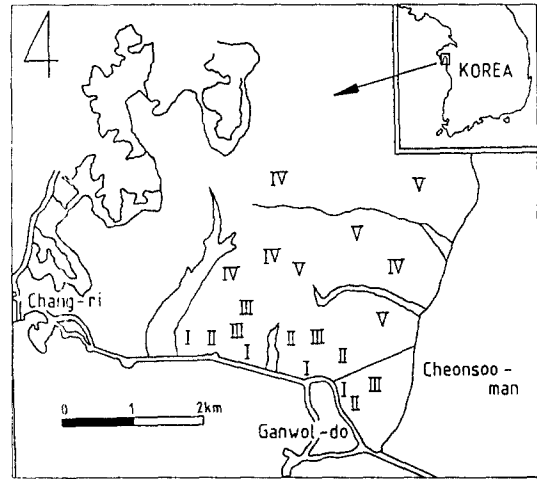


Fig. 2. Map of Seosan reclaimed land and sampling site.

Number indicates growth condition of rice. I; Worst, II; Worse, III; Medium, IV; Better, V; Best condition.

Table 2. The growing condition of the rice according to the studied plot

Plot number	I	II	III	IV	V
Growing condition of rice	worst	worse	medium	better	best

다. 그리고 각 방형구에서 무작위로 이삭 10개를 선택하여 낱알의 수를 세어 개체 당 낱알의 수를 구하였다. 또한 벼의 낱알을 떼어서 건조시켜 무게를 측정하여 방형구 당 낱알의 무게로 삼았다.

## 결 과

### 1차 조사

각 지소별 벼의 생육상태, 논물의 pH와 염도를 조사한 결과는 Table 3과 같다.

간척지 논물의 염도는 해수에 비해서는 매우 낮았으나 일반 논에 비해서는 높았다. 논물의 염도는 일반 논에서  $0.4 \pm 0\%$  이었고, 지소 I에서  $5.9 \pm 0.6\%$ , 지소 II에서  $4.9 \pm 0.4\%$ , 지소 III에서  $4.6 \pm 0.5\%$ , 지소 IV에서  $4.4 \pm 0.4\%$ , 지소 V에서는  $3.9 \pm 0.1\%$ 로 벼의 생육상태가 나쁠수록 높았다.

벼의 키는 지소 I에서  $25.5 \pm 0.8$  cm, 지소 II에서  $29.1 \pm 3.7$  cm, 지소 III에서  $34.4 \pm 4.0$  cm, 지소 IV에서  $43.0 \pm 2.3$  cm, 지소 V에서  $45.1 \pm 2.3$  cm, 그리고 일반 논에서는  $58.4 \pm 2.5$  cm였다. 일반 논에서 자란 벼의 키에 대한 조사지소별 키의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 43.7%, 49.8%, 58.9%, 73.6%, 77.2%로 벼의 키는 염도가 낮을수록 컸으며, 염도가 가장 높은 지소 I과 지소 II에서는 대조군인 일반 논에서 자란 벼의 키의 1/2에도 미치지 못하였다.

개체당 죽은 잎의 수, 살아있는 잎의 수 및 전체 잎의 수도 염도에 따라 현저한 차이를 보였다. 개체당 죽은 잎의 수는 지소 I에서  $1.8 \pm 1.5$ 개, 지소 II에서  $1.3 \pm 2.4$ 개, 지소 III에서  $1.0 \pm 1.4$ 개, 지소 IV에서  $0.5 \pm 0.7$ 개, 지소 V에서  $0.2 \pm 0.7$ 개였고 일반 논에서는  $0.1 \pm 0.3$ 개였다. 일반 논에서는 죽은 잎이 매우 적었으나 간척지에서는 염도의 증가에 따라 증가하였다. 그러나 죽은 잎의 수는 개체에 따라 큰 차이가 있어서 표준편차가 매우 컸다.

개체당 살아있는 잎의 수는 지소 I에서  $2.6 \pm 1.6$ 개였고, 일반 논에서 자란 벼는  $57.8 \pm 3.1$ 개였다. 일반 논에서 자란 벼의 살아있는 잎에 대한 조사지소별 살아있는 잎의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 4.5%, 13.8%, 17.8%, 39.8%, 54.3%로 염도의 감소에 따라 증가하였다.

개체당 전체 잎의 수는 지소 I에서  $4.4 \pm 1.3$ 개이고, 일반 논에서는  $57.8 \pm 3.1$ 개였다. 일반 논에서 자란 벼의 전체 잎에 대한 조사지소별 전체 잎의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 7.6%, 17.8%, 19.4%, 40.7%, 54.7%로 염도의 감소에 따라 증가하였다.

벼의 키는 염도의 감소에 따라 커졌고, 개체당 죽은 잎의 수는 염도가 낮을수록 감소하였으며, 개체당 살아있는 잎의 수와 전체 잎의 수는 염도가 낮을수록 증가하였다.

논물의 pH는 일반 논에 비하여 조사지소에서 약간 높았으나 큰 차이는 없었으며, 조사지소 간에도 별 차이가 없었다. 논물의 pH는 물의 염도와 직접적인 상관관계는 없었다.

## 2차 조사

2차 조사는 각 지소에서 벼의 생육 및 생산량에 관한 조사로서 조사 결과 각 지소별 벼의 키, 개체당 낱알의 수, 방형구 내 벼의 지상부 건조량의 평균치와 표준편차는 Table 4와 같다.

벼의 키는 1차 조사의 결과와 마찬가지로 염도가 낮을수록 컸다. 일반 논에서 자란 벼의 키에 대한 조사지소별 키의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 50.6%, 59.6%, 70.1%, 75.2%, 82.9%로 1차 조사의 결과에 비교하여 상대적으로 컸다.

개체 당 낱알의 수는 염도가 가장 높은 지소 I에서 개체 당  $18.8 \pm 27.8$ 개인 것에 비하여 염도가 가장 낮은 곳(지소 V)의 벼는 개체당  $101.3 \pm 10.9$ 개의 낱알을 갖고 있었다. 그러나 일반 논에서는  $149.8 \pm 5.3$ 개였다. 일반 논에서 자란 벼의 낱알 수에 대한 조사지소별 낱알 수의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 12.6%, 28.8%, 35.0%, 53.5%, 67.6%로 염도에 따라 큰 차이가 있었으며, 개체간 편차도 염도가 높은 지소에서 심하였다.

방형구 내 벼의 지상부 건조량은 일반 논에서는  $235.2 \pm 11.4$  g이었으나 지소 I에서는  $31.9 \pm 4.9$  g, 지소 V에서는  $130.5 \pm 2.8$  g으로 염도가 높은 곳이 적었다. 일반 논에서 자란 벼의 지상부 건조량에 대한 조사지소별 지상부 건조량의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 13.6%, 22.2%, 28.3%, 44.6%, 55.5%로 염도에 따라 큰 차이가 있었다.

벼의 키, 개체별 낱알의 수, 식물체의 건조량 등 모두가 염도가 높을수록 감소하였고, 염도가 가장 높은 곳과 낮은 곳의 차이는 현저하였다.

## 3차 조사

3차 조사는 벼의 추수가 임박한 10월 3일에 실시하였으며, 각 지소에서 벼의 생육 및 생산량에 관한 조사로서 벼의 키,

**Table 3.** Characters of rice according to studied plot on 7. July, 1995

Plot	Height(cm)	Number of leaves			pH	Salinity(‰)
		Death leaves	Living leaves	Total No. of leaves		
I	$25.5 \pm 0.8$	$1.8 \pm 1.5$	$2.6 \pm 1.6$	$4.4 \pm 1.3$	6.8~8.2	$5.9 \pm 0.6$
II	$29.1 \pm 3.7$	$1.3 \pm 2.4$	$8.0 \pm 4.6$	$10.3 \pm 2.7$	6.8~8.2	$4.6 \pm 0.4$
III	$34.4 \pm 4.0$	$1.0 \pm 1.4$	$10.3 \pm 2.2$	$11.2 \pm 3.1$	6.8~8.2	$4.6 \pm 0.5$
IV	$43.0 \pm 2.3$	$0.5 \pm 0.7$	$23.0 \pm 1.6$	$23.5 \pm 1.7$	6.9~8.4	$4.4 \pm 0.4$
V	$45.1 \pm 2.3$	$0.2 \pm 0.7$	$31.4 \pm 4.3$	$31.6 \pm 3.8$	6.6~6.7	$3.0 \pm 0.3$
Control	$58.4 \pm 2.5$	$0.1 \pm 0.3$	$57.8 \pm 3.1$	$57.8 \pm 3.1$	6.4~6.5	$0.4 \pm 0.0$

(n=24,  $\bar{X} \pm S.D.$ )

**Table 4.** Characters of rice according to studied plot on 8. September, 1995

Plot	Height (cm)	Mean No. of grain /individual	Mean dry wt. of above the ground in quadrat (g)
I	50.5±18.2	18.8±27.8	31.9± 4.9
II	59.5±12.9	43.2±27.5	52.3± 2.6
III	70.0±15.9	52.4±12.9	66.5± 8.1
IV	75.0±17.2	80.2± 8.2	105.0± 3.5
V	82.7±14.9	101.3±10.9	130.5± 2.8
Control	99.8± 3.2	149.8± 5.3	235.2±11.4

(n=24,  $\bar{x} \pm S.D.$ )

개체 당 낱알의 수, 방형구 내의 낱알의 건조량, 방형구 내의 벼의 지상부 전체 건조량을 조사하였다. 그 결과는 Table 5와 같다.

조사결과 벼의 키는 일반 논에 비하여 109.0±28.3 cm인 것에 비하여 염도가 가장 높은 지소 I에서는 56.5±13.3 cm로 1/2정도에 불과하였다. 일반 논에서 자란 벼의 키에 대한 조사지소별 키의 비율은 지소 I에서부터 V까지 각각 51.8%, 59.4%, 69.1%, 71.5%, 82.6%로 1차 조사결과에 비교하여 상대적으로 컸으며 2차 조사결과와는 비슷하였다. 이는 조사지역에서 6월 하순 경부터 10월 중순까지는 비가 자주, 그리고 많이 내려 비교적 낮은 염도를 유지함으로써 벼의 초기 생장기를 제외한 중기 및 말기에는 염분의 농도가 그리 높지 않았기 때문이다.

개체당 낱알의 평균수는 일반 논에 비하여 146.3±5.6개에 비하여 지소 I에서는 9.9±0.1개로 일반 논에 비하여 6.8%, 지소 II는 23.2%, 지소 III는 27.6%, 지소 IV는 39.5%, 지소 V는 58.4%에 그쳤다. 2차 조사보다 3차 조사에서 낱알의 수가 감소한 것은 여물지 못하고 떨어지는 낱알이 있기 때문이며, 이러한 낱알은 염도가 높을수록 더욱 많았다. 그 결과 일반 논에 비하여 낱알 수에 대한 조사지소별 개체당 낱알 수의 비율이 2차 조사에 비교하여 3차 조사에서 염도가 높을수록 더욱 낮아졌다.

방형구 내의 낱알의 건조량은 일반 논에 비하여 26.4±2.2 g에 비

하여 지소 I에서는 1.6±0.2 g으로 6.1%, 지소 II는 14.0%, 지소 III는 25%, 지소 IV는 31.1%, 지소 V는 47.0%였다. 낱알의 건조량 역시 염도에 따라 큰 차이가 있었다. 특히 수확량이라고 볼 수 있는 수확 직전의 낱알의 건조량이 염도가 가장 낮은 곳인 지소 V에서도 일반 논에 비하여 1/2에도 미치지 못하였다.

방형구 내의 벼의 지상부 전체 건조량은 대조군인 일반 논에 비하여 268.2±3.7 g에 비하여 지소 I에서 42.6±6.6 g으로 15.9%, 지소 II에서는 25.2%, 지소 III에서는 31.5%, 지소 IV에서는 49.2%, 지소 V에서는 65.5%였다. 일반 논에 비교하여 방형구 내의 지상부 생산량은 염도가 낮아질수록 증가하였으나 염도의 증가에 따라 낱알의 생산량보다 차이가 심하지는 않았다. 이는 염도의 증가에 따른 저해의 정도는 생식생장이 영양생장보다 더 심하기 때문이다.

위 조사 결과 벼의 키는 염도가 낮을수록 컸고, 개체 당 낱알의 수 및 지상부의 건조량도 적어 벼의 생장이 염도가 높은 곳에서는 염도가 낮은 곳보다 현저하게 저하되고 생산량도 현저히 감소하였음을 알 수 있다(Table 3, 4, 5). 특히 낱알의 생산성이 동화기관의 생산성보다 염도에 따른 차이가 심하였다(Table 5). 잎의 생장에 있어서도 염도의 상승에 따라 잎의 수는 급격히 감소하였고, 죽은 잎의 수는 증가하였다(Table 3).

## 논 의

식물의 생장은 빛, 온도 및 토양내 무기양분 상태 등의 외적인 요소와 생리적 내적인 요소간의 상호작용에 의한다.

뿌리와 지상부의 관계에 있어 0~10 cm 깊이에서 뿌리의 양이 많을수록 아래에 붙은 잎의 고사율이 높는데 이는 표층의 뿌리의 밀도가 높아져서 자체 뿌리 간의 경합이 심하기 때문이며(신 1989), 본 조사에서 염도가 높은 지소의 잎의 고사율이 더 높은 것은 토양 내 염분의 작용으로 뿌리가 깊이 분포할 수 없기 때문으로 사료된다.

뿌리의 생장은 환경의 영향을 받으며, 높은 염도는 토양 내 뿌리의 신장을 저해하여 뿌리가 넓게 분포할 수 없다(Roundy

**Table 5.** Characters of rice according to studied plot on 3. October, 1995

Plot	Height (cm)	Mean No. of grain /individual	Mean dry wt. of grain in quadrat (g)	Mean dry wt. of above the ground in quadrat (g)
I	56.5±13.3	9.9±0.1	1.6±0.2	42.6± 6.6
II	64.8±14.0	34.0±2.8	3.7±0.1	67.6± 4.9
III	75.3±13.9	40.4±1.9	6.6±0.4	84.4± 7.7
IV	77.9±14.4	57.8±4.7	8.2±0.4	131.9± 4.4
V	90.0±18.1	85.5±5.8	12.4±1.3	175.6±17.6
Control	109.0±28.3	146.3±5.6	26.4±2.2	268.2± 3.7

(n=24,  $\bar{x} \pm S.D.$ )

1985). 일반적으로 중성식물의 생장률은 염분이 있는 환경에 비하여 염분이 없는 환경에서 높다(Wyn Jones and Gorham 1986). 중성식물이 염도가 높은 곳에서 생육이 억제되는 것은 뿌리의 신장이 저해되어 식물이 요구하는 이온의 흡수량을 감소시키기 때문이다. 이온들은 토양에서 물질의 이동에 따라 뿌리 주변에서 뿌리 속으로의 흡수에 경쟁을 하는데 바랭이의 일종(*Chloris gayana*) (Guggenheim and Weisel 1977)과 토마토(Kafkafi *et al.* 1982)에서는 높은  $Cl^-$ 의 농도가  $NO_3^-$  흡수를 저해시킨다. 차 등(1974)도 논쟁이속 식물 (*Atriplex confertifolia*)에 NaCl을 여러 농도로 처리하여 식물의 생리적 반응을 조사하여 잎 속의 무기물 함량을 분석한 결과 필수 무기물인  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$  및 P의 흡수가 감소됨을 보고하였다. 또한  $Na_2CO_3$ 와 NaCl의 여러 농도를 토양 및 사경재배하에서 무, 배추에 처리한 결과 Na 농도가 높을수록 Ca 및 P의 함량이 감소된다는 보고도 있다(차 1964, 차와 최 1966). 그리고 높은  $Na^+$ 농도는 세포막의  $Ca^{2+}$ 을 대신할 수 있으며 외부의  $Ca^{2+}$ 농도가  $Na^+$ 의 대치로 위협수위에 도달하면 막의 비정상화를 초래하고,  $K^+$ 이 유출된다는 보고(Cramer *et al.* 1985)도 있으며, 이와 같은 현상은 모든 세포의 생장을 저해한다(Leigh and Wyn Jones 1984, Ben-Hayyim *et al.* 1987). 이러한 여러 가지 연구결과에 비추어 보면 서산간척지에서 벼의 생장과 생산성의 저하는 물 속에 들어 있는 NaCl에 의한 생리적 장애의 결과라 할 수 있다.

생장과정에서 지상부와 지하부는 기능적인 평형을 유지하며 생장하고, 벼에 있어서 지상부와 지하부의 선물배분은 벼의 생육단계에서 지속적으로 이루어지는데(조 1995), 본 조사에서 지상부의 생산은 염도에 따른 지하부의 생장이 저해된 결과라고 사료된다.

염해의 기작은 토양 용액의 삼투압이 높아 식물 뿌리의 수분 흡수를 저해하는 작용(osmotic stress)과 염분이 다량 용존된 토양에 있어서 특정한 이온의 이상 흡수에 의한 영양과 대사를 저해하는 작용(ionic stress)의 두 가지 면으로 주로 설명되고 있다(Berstein and Hayward 1958, Lagerwerff and Eagle 1961, Mass and Nieman 1977, Kafkafi 1991). 일반적으로 염분 간척지 토양에서는 위에서 말한 염해 외에도 토양과 염분과의 반응으로 토양성질 자체가 변화하여 소위 Na-Mg점토를 형성하여 수분 흡수를 저해하고 가스 교환능력을 저하시켜 생장에 장애를 일으킨다는 설도 있다(Yoneda 1958).

이와 같이 간척지 내에서 벼의 생육은 염도의 영향을 받으며, 염도는 벼의 생육을 저해하는 하나의 중요한 요인이라는 것을 알 수 있다.

우리 나라의 기후는 6월 하순경부터 10월 중순까지 비가 자주 내리고 또한 많이 내리는 특성을 가지고 있어서 대부분의

간척지에서는 벼의 초기 생장기보다 중기 및 말기에는 염분의 농도가 낮다. 본 조사에서 2, 3차 조사의 결과보다는 1차 조사에서 지소에 따른 상대적인 벼의 키가 더 큰 것은 이 때문이다.

## 적 요

1995년 7월부터 10월까지 서산 A지구 간척지에서 벼의 생육 상태에 따라 5개 지소를 선택하여 각 지소별로 25 cm×25 cm 방형구를 사용하여 벼의 생육상태 (키, 잎의 수, 지상부의 생산량, 낱알의 생산량 등)를 조사하고, 각 지소의 염도와 pH를 측정하여 염도에 따른 벼의 생육관계를 알아보고, 대조구로 일반 논에 벼와 비교하였다.

염도가 높은 지소는 염도가 낮은 지소에 비해 벼의 생장 및 생산량이 현저하게 낮았다. 특히 생식기관의 생산량은 영양기관의 생산량보다 염도에 따른 피해가 더 컸다.

서산 간척지의 벼의 생장 및 생산량이 낮은 것은 아직 완전히 탈염이 이루어지지 않았기 때문이며, 지소에 따라 차이가 나타나는 것은 지역에 따라 탈염의 정도가 다르기 때문이라고 사료된다.

## 인 용 문 헌

- 김철수. 1971. 간척지 식물군집 형성과정에 관한 연구 - 목포지방을 중심으로 -. 한국식물학회지 14권: 27-33.
- 김질수. 1980. 간척지 내 식물종자의 내염성과 발아에 관한 연구. 한국식물학회지 23권: 27-33.
- 신진철. 1989. 수답품종들의 뿌리의 토층분포와 지상부 생육과의 관계. 서울대학교 박사 학위논문.
- 임양재, 김성덕. 1983. 한국의 기후형도 지도. 한국생태학회지 6권: 261-272.
- 임형빈, 심재욱, 임응규. 1971. 간척지에서 수도 및 기타 작물의 내염성에 관한 연구. 13. 간척지에서 수도의 무기양분 흡수와 쌀 성분과 관련하여. 식물학회지 14권:25-31.
- 임형빈, 황종서. 1977. 간척지에 있어서의 사탕무우 재배에 관한 기초적 연구. 1. 간척지에서 사탕무우의 당축적에 관하여. 한국식물학회지 20권: 23-27.
- 조동삼. 1995. 벼의 생리와 생태. 서경 조동삼 박사 정년퇴임기념저서 발간위원회. pp. 41-51.
- 차종환. 1964. 토양 및 재비식물에 미치는 연탄재의 영향. 한국식물학회지 7권: 5-10.
- 차종환, 김종균, 맹주선. 1974. 최신 식물생리학. 선진문

- 화사. pp. 83-102.
- 차종환, 최석진. 1966. 재배 식물의 P함량에 미치는 무기염류의 영향. 한국식물학회지 9권: 14-18.
- Ben-Hayyim, G., U. Kafkafi and R. Ganmore-Newman. 1987. The role of internal potassium in maintaining growth of cultured *Citrus* cells on increasing NaCl and CaCl<sub>2</sub> concentration. *Plant Physiol.* 85: 434-439.
- Bernstein, L. and H. E. Hayward. 1958. Physiology of salt tolerance. *Ann. Rev. Plant Physiol.* Vol. 9: 25-46.
- Cramer, G. R., A. Lauchli, and V. S. Spolito 1985. Displacement of Ca<sup>2+</sup> by Na<sup>+</sup> from the plasmalemma of root cells: a primary response to salt stress? *Plant Physiol.* 79: 207-211.
- Delane, R., H. Greenway, R. Munns and J. Gibs. 1982. Ion concentration and carbohydrate status of the elongating leaf tissue of *Hordeum vulgare* growing at high external NaCl: 1. Relationship between solute concentration and growth. *J. Exp. Bot.* 33: 557-573.
- Guggenheim, J. and Y. Waisel. 1977. Effect of salinity, temperature and nitrogen fertilization on growth and composition of Rhodes grass (*Chloris gayana* Kunth.). *Plant & Soil* 47: 431-440.
- Kafkafi, U. 1991. Root Growth under Stress. Salinity. In *Plant Roots, The Hidden Half* (Waisel, A. Eshel and U. Kafkafi eds.), Dekker, pp. 375-391.
- Kafkafi, U., N. Valoras and J. Letey. 1982. Chloride interaction nitrate and phosphate nutrition in tomato. *J. Plant Nutr.* 5: 1369-1385.
- Lagerwerff and H. E. Eagle. 1961. Osmotic and specific effects of excess salt on beans. *Plant Physiol.* Vol. 36: 472-477.
- Leigh, R. A., and R. G. Wyn Jones. 1984. A hypothesis relation critical potassium concentrations for growth to the distribution and functions of this ion in plant cell. *New Phytol.* 97:1-13.
- Maas, X. V. and R. H. Nieman. 1977. Physiology of plant tolerance to salinity. In *Crop Tolerance to Suboptimal Land Conditions*. American Society of Agronomy, Madison, Wis. pp. 227-299.
- Phleger, C. F. 1971. Effect of salinity on growth of a salt marsh grass. *Ecology* Vol. 52: 908-911.
- Roundy, B. A. 1985. Root penetration and root elongation of tall wheat grass and basin wildrye in relation to salinity. *Can. J. Plant Sci.* 65: 335-343.
- Seneca, E. D. 1972. Seedling response to salinity in four dune grasses from the outer banks of North Carolina. *Ecology* Vol. 53: 465-471.
- Stuiver, C. E. E., P. J. C. Kuiper, H. Marschner, and A. Kylin. 1981. Effect of salinity and replacement of K<sup>+</sup> by Na<sup>+</sup> on lipid composition in two sugar beet inbred lines. *Physiol. Plant.* 52: 77-82.
- Wyn Jones, R. G., and J. Gorham. 1986. The potential for enhancing the salt tolerance of wheat and other important crop plants. *Outlook Agric.* 15: 33-39.
- Yoneda, S. 1958. Salt damage and soil. I. *Agr. Hor. Japan* Vol. 33: 1028-1032.

(1997년 8월 10일 접수)