

Chitosan 혼합토양에 대한 목초의 생육반응

이주삼* · 조익환** · 전하준***

연세대학교 생물자원공학과*, 대구대학교 축산학과**, 대구대학교 원예학과***

Growth Response of Grasses to Chitosan Solution Amended Soil

Ju Sam Lee* · Ik Hwan Jo** · Ha Joon Jun***

*Dept. of Biological Resources & Technology, Yonsei University**

*Dept. of Animal Science, Taegu University***

*Dept. of Horticultural Science, Taegu University****

ABSTRACTS

In order to investigate the growth response of grasses to chitosan solution amended soil were studied from the standpoint of estimating the growth stimulating adequate concentrations of chitosan solution amended soil in each grass. Three species in this experiment used were orchardgrass, tall fescue and reed canarygrass. Six different concentrations of chitosan solution amended soil were 0%(control), 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5% and 1.0%, respectively.

The results obtained were as follows ;

1. Leaf area(LA), dry weight of leaf(LW), dry weight of shoot(SHW), biological yield(BY), C/F ratio and T/R ratio were significantly different between species.
2. Growth stimulating effect by chitosan solution amended soil were found in plant length(PL) and T/R ratios of grasses.
3. Adequate concentrations of chitosan solution amended soil were different between species. The highest values of yield components and dry weight of plant parts were obtained at 0.01% in orchardgrass, 0.05% in reed canarygrass and 1.0% in tall fescue, respectively.
4. The growth response of grasses to chitosan solution amended soil were different between species. Thus, an increase in leaf area(LA) and dry weight of leaf(LW)

by chitosan solution amended soil was mainly contributed to increase in dry weight of shoot(SHW) and biological yield(BY) in orchardgrass. Chitosan solution amended soil also stimulated growth of shoot and increased in biological yield(BY) in tall fescue. In reed canarygrass contributed to increase in C/F ratios.

5. Adequate concentrations of chitosan solution amended soil for an economical benefit of cultivation and dry matter production of grasses were ranged from 0.01% to 0.05% levels.

I. 서론

Chitin과 chitosan은 무척추 동물인 게나 새우 등의 갑각류를 비롯한 풍뎅이, 귀뚜라미, 무당벌레 등의 곤충류, 표고버섯, 팽이버섯 등의 버섯류 및 균류의 세포벽 등에 널리 분포되어 있는 천연 고분자화합물이다(Gudmund, 1989 ; Muzzarelli, 1977). Chitosan은 chitin을 탈아세틸화(deacetylation) 처리를 통하여 얻은 D-glucosamine이 β -1, 4 결합한 mucopolysaccharides의 일종으로 분자내에 다수의 amino기를 가지고 있어 염산, 초산, 개미산 등과 같은 희산에 의하여 염을 형성하여 점도가 높은 양이온성 colloid 용액이 된다(Zikakis, 1984 ; 平野, 1988b).

Chitin은 생물권에 있어서 토양미생물이나 식물의 뿌리, 세포의 chitinase에 의하여 가수분해되는데, 현재 지구상에는 연간 약 1천억톤에 이르는 chitin질의 생합성과 생물분해가 반복된다고 추정되고 있다. 이와같은 chitin질의 생물지화학적 순환(biogeochemical cycle)은 지구환경과 생태계의 보전에 밀접히 관여하고 있다고 생각된다(Muzzarelli 등, 1986). 그러나 현재와 같이 화학비료와 농약에 의존하는 농업의 행태가 계속될 경우, 토양 유기물함량의 지속적인 저하 → 식물체의 방호기능 약화 → 병충해의 증가 → 농약의 과다사용 → 토양생물상과 곤충의 감소 → chitin질의 토양환원량 감소 → 생물지화학적 순환의 억제라는 생태계의 물질순환에 부작용을 초래할 위험이 상존하고 있는 실정이다.

농업부문에서는 오래전부터 새우와 게 등과 같은 갑각류의 껍질을 유기질 비료로서 이용하여 왔는데, 이들 갑각류의 껍질에는 다량의 chitin이 함유되어 있어 속효성의 토양개량효과를 얻을 수 있으며, chitosan은 토양중의 유용미생물의 먹이가 되어 토양 미생물상을 증가시키므로, 작물의 생장을 촉진하는 간접적인 효과가 크다고 알려져 왔다(次田, 1990).

또한 chitosan에 의한 식물체 방호기능의 증가는 곤충이나 식물, 병원균이 식물세포의 세포벽에 접촉하면 외피의 chitin질이 식물 chitinase에 의하여 부분적으로 가수분해되어 소량의 저분자 chitosan이 생성되는데, 저분자 chitosan과 chitinase의 활성이 상승적으로 작용하기 때문이라고 알려져 있다(平野, 1988ab).

또한 식물의 종자를 chitosan으로 피복할 경우, chitinase의 활성이 유도되어 발아를 촉진시키고, 식물 callus의 형성에 있어서 chitinase의 활성유도와 함께 callus의 형성이 촉진되므로(Hirano와 Hayashi, 1987), 세포의 활성화에 의한 식물체의 성장촉진효과가 크다(平野, 1988b).

이상과 같은 chitosan의 특징과 기능을 유기농업에 이용할 경우, 작물의 생산성을 높일 수 있을 뿐만이 아니라 식물체 방호기능의 강화를 통한 농약의 사용량의 감소는 농산물의 안전성을 높이고 토양 생태계의 보전에 기여할 것으로 생각된다.

유기농산물의 생산을 위한 chitosan의 사용방법은 잎의 기공(氣孔)에 의한 흡수촉진을 유도하는 엽면시용(李, 1995), 종자내 침윤현상에 의한 팽압(膨壓)을 증가시키므로 발아속도를 높이는 침적법, 분말부착 및 토양혼합 등의 방법이 있다(福井, 1989).

특히 chitosan의 토양혼합은 그 농도에 따라서 삼투압과 근압(根壓)에 영향을 미쳐 식물체의 생육에 필요한 양, 수분의 흡수기작에 관여할 것으로 추정되므로, 식물의 생육을 촉진시킬 수 있는 적정농도의 추정이 필요하다고 생각된다.

따라서 본 실험에서는 농도가 다른 chitosan 용액을 토양에 혼합하여 화분과 목초를 재배하였을 때, 목초의 생육반응을 조사하여 생육촉진효과를 얻을 수 있는 chitosan의 적정농도를 추정하려고 하였다.

II. 재료 및 방법

본 실험은 1996년 4월부터 10월까지(7개월간) 연세대학교 덕소농장에서 수행되었다.

초종은 orchardgrass(var. Amba), tall fescue(var. Fawn), reed canarygrass(var. Venture)의 3초종을 공시하였다. 토양조건은 양토(壤土)와 지렁이 분립(糞粒)을 각각 50:50의 비율(용적중)로 섞은 후, 농도가 다른 chitosan 용액 1000ml를 토양과 혼합하여 1/2,000a의 pot에 충전하였다.

Chitosan농도는 0%(대조구), 0.01%, 0.05%, 0.1%, 0.5%, 1.0%의 6수준으로 한 3반복의 난피법으로 배치하였다. 파종은 4월 10일에 초종별로 pot당 3곳에 3-5립씩 파종한 후, 3엽기의 생육단계에서 건실한 3개체만을 남기고 제거하였다. 조사는 파종후 6개월이 경과된 10월 10일에 실시하였다.

조사내용은 초종과 chitosan 농도별 식물체의 수량구성요소와 식물체 부위별 건물중(80°C, 48시간)을 측정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 초종과 chitosan 농도의 차이에 따른 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중에 대한 분산분석 초종과 chitosan 농도의 차이에 따른 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중에 대한 분산분석의 결과를 나타낸 것이 <표 1>이다.

Table 1. Analysis of variance for yield components and dry weight of plant parts of 3 grasses grown in different concentrations of chitosan solution amended soil.

Source	df	Mean of Squares										
		PL	NT	WT	LA	LW	SW	RW	SHW	BY	C/F	T/R
Species(S)	2	80.18	86.52	1179.46	320555.7*	26.69**	0.4963	0.2827	21.08***	22.06***	1.27***	18.21***
Concen.(C)	5	74.47*	23.26	1556.57	48143.9	0.16	0.4742	0.2285	0.80	1.11	0.02	2.65**
S x C	10	45.02	27.56	1076.92	50685.6	0.68	0.3994	0.2339	1.90	2.66	0.01	1.72*
Error	36	25.32	26.94	663.84	73499.0	0.63	0.2886	0.1688	1.44	2.28	0.01	0.61

*, ** and *** are significant difference at 5, 1 and 0.1% level, respectively.

PL : plant length(cm), NT : number of tillers per plant, WT : dry weight of a tiller(mg), LA : leaf area(cm²), LW : dry wieght of leaf(g), SW : dry weight of stem(g), RW : dry weight of root(g), SHW : dry weight of shoot(g), BY : biological yield(g), C/F : ratio of leaf and stem weight(SW/LW) and T/R : ratio of tops and root weight(SHW/RW).

초종간(S)에서는 엽면적(LA)이 5% 수준, 엽중(LW)이 1% 수준, 그리고 지상부 건물중(SHW), 생물학적 수량(BY), C/F비, T/R비에서 각각 0.1% 수준의 유의성이 인정되었다. 또한 chitosan 농도간에서는 초장(PL)이 5% 수준과 T/R비에서 1% 수준의 유의성이 인정되었다. 초종과 chitosan 농도간(S x C)의 교호작용에서는 T/R비만이 5% 수준의 유의성이 인정되었다.

2. 초종별 chitosan농도에 따른 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중

1) Chitosan농도의 차이에 따른 orchardgrass의 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중
Chitosan농도의 차이에 따른 orchardgrass의 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중을 나타낸 것이 <표 2>이다.

Table 2. The values on yield components and dry weight of plant parts of orchardgrass grown in different concentrations of chitosan solution amended soil.

Chitosan concen. (%)	Yield components and dry weight of plant parts										
	PL	NT	WT	LA	LW	SW	RW	SHW	BY	C/F	T/R
0	59.2 ^b	25.3 ^a	243.1 ^b	985.4 ^a	4.65 ^{ab}	1.50 ^b	1.41 ^{ab}	6.15 ^{ab}	7.56 ^{ab}	0.32 ^b	4.36 ^a
0.01	71.2 ^a	28.7 ^a	268.9 ^a	1021.5 ^a	5.21 ^a	2.51 ^a	1.91 ^a	7.72 ^a	9.63 ^a	0.48 ^a	4.04 ^a
0.05	62.9 ^b	26.4 ^a	255.3 ^{ab}	1063.3 ^a	4.77 ^{ab}	1.97 ^{ab}	1.59 ^{ab}	6.74 ^{ab}	8.33 ^{ab}	0.41 ^{ab}	4.24 ^a
0.10	60.6 ^b	27.3 ^a	246.5 ^b	1026.6 ^a	4.89 ^{ab}	1.84 ^{ab}	1.47 ^{ab}	6.73 ^{ab}	8.20 ^{ab}	0.38 ^{ab}	4.58 ^a
0.50	61.1 ^b	27.3 ^a	245.8 ^b	949.8 ^a	4.72 ^{ab}	1.99 ^{ab}	1.48 ^{ab}	6.71 ^{ab}	8.19 ^{ab}	0.42 ^{ab}	4.53 ^a
1.00	60.1 ^b	21.3 ^a	266.7 ^{ab}	962.9 ^a	4.21 ^b	1.47 ^b	1.31 ^b	5.68 ^b	6.99 ^b	0.35 ^b	4.34 ^a

Means seperated within a column by Multiple Range Test, 5% level.

The same letters show non-significant difference at the 5% level.

초장(PL)은 0.01% 수준에서 다른농도의 초장보다 긴 71.2cm를 나타내었다. 경수(NT)는 농도간에 21.3-28.7개의 범위를 나타내었으나 유의한 차이가 인정되지 않았다. 1경중(WT)은 0.01% 수준에서 268.9mg으로 가장 무거웠으나, 0.05% 수준의 255.3mg과 1% 수준의 266.7mg과는 유의한 차이가 없었다. 또한 엽면적(LA)은 농도간에 949.8cm²-1063.3cm²범위를 나타내었으나 유의한 차이가 없었고, 엽중(LW)은 0.01% 수준에서 5.21g으로 유의하게 많았다. 또한 경중(SW)에서도 0.01% 수준에서 2.51g으로 유의하게 많았으나, 대조구와 1% 수준에서는 각각 1.50g과 1.47g을 나타내어 유의하게 적었다. 근중(RW)에서도 0.01% 수준의 1.91g이 가장 많았으나, 1.0% 수준에서는 가장 적은 1.31g을 나타내었다. 지상부 건물중(SHW)은 0.01% 수준에서 7.72g으로 1% 수준의 5.68g보다 유의하게 많았다. 생물학적 수량(BY)에서는 chitosan농도가 높아질 수록 감소하는 경향을 나타내었는데, 1.0% 수준에서는 다른 농도보다 유의하게 적은 6.99g을 나타내었다. C/F비는 0.01% 수준에서 0.48을 나타내어 대조구와 1% 수준보다 유의하게 높았다. T/R비는 모든 농도간에서 4.0 이상의 값을 나타내었다.

2) Chitosan 농도의 차이에 따른 tall fescue의 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중
Chitosan 농도의 차이에 따른 tall fescue의 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중을
나타낸 것이 <표 3>이다.

Table 3. The values on yield components and dry weight of plant parts of tall fescue grown in different concentrations of chitosan solution amended soil.

Chitosan concen. (%)	Yield components and dry weight of plant parts										
	PL	NT	WT	LA	LW	SW	RW	SHW	BY	C/ F	T/R
0	58.0 ^b	29.7 ^a	246.8 ^a	771.0 ^b	4.63 ^{ab}	2.70 ^a	1.29 ^{ab}	7.33 ^{ab}	8.62 ^{ab}	0.60 ^a	5.82 ^a
0.01	55.2 ^b	24.7 ^a	236.0 ^a	751.9 ^b	4.65 ^b	2.47 ^{ab}	1.22 ^{ab}	7.12 ^{ab}	8.34 ^{ab}	0.53 ^a	5.84 ^b
0.05	62.2 ^{ab}	27.3 ^a	253.1 ^a	805.7 ^{ab}	4.61 ^{ab}	2.30 ^{ab}	1.06 ^b	6.91 ^{ab}	7.98 ^b	0.50 ^a	6.53 ^a
0.10	58.1 ^b	26.7 ^a	245.3 ^a	798.6 ^b	4.46 ^{ab}	2.09 ^{ab}	1.04 ^b	6.55 ^{ab}	7.59 ^b	0.47 ^a	6.32 ^a
0.50	59.1 ^b	25.7 ^a	224.1 ^a	891.0 ^a	4.12 ^{ab}	1.64 ^b	0.89 ^b	5.76 ^b	6.66 ^b	0.40 ^a	6.54 ^a
1.00	68.3 ^a	31.0 ^a	250.0 ^a	940.5 ^a	5.48 ^a	2.27 ^{ab}	1.49 ^a	7.75 ^a	9.24 ^a	0.42 ^a	5.31 ^a

초장(PL)은 chitosan 농도 1% 수준에서 68.3cm로 가장 길었으나 0.05% 수준의 62.2cm와는 유의한 차이가 없었다. 경수(NT)는 농도간에 24.7-31.0의 범위를, 1경중(WT)에서도 농도간에 224.1mg-253.1mg의 범위를 나타내었으나 유의한 차이가 없었다. 엽면적(LA)에서도 농도간에 일정한 경향은 인정되지 않았으나 0.5% 수준과 1.0% 수준에서 각각 891.0cm²와 940.5cm²를 나타내어 다른 농도보다 유의하게 넓었다. 엽중(LW)은 1% 수준에서 5.48g으로 0.01% 수준의 4.65g보다 유의하게 많았다. 경중(SW)은 0.5% 수준에서 가장 적은 1.64g이었으나, 대조구를 제외한 다른 농도의 경중과는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 근중(RW)은 1.0% 수준에서 유의하게 많은 1.49g을 나타내었다. 지상부 건물중(SHW)은 1.0% 수준에서 7.75g으로 가장 많았고, 생물학적 수량(BY)도 1% 수준에서 9.24g을 나타내어 유의하게 많았다. C/F비는 농도간에 0.40-0.60의 범위를 나타내었으나 유의한 차이가 없었고, T/R비는 0.01% 수준에서 가장 낮은 3.17을 나타내었다.

3) Chitosan농도의 차이에 따른 reed canarygrass의 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중

Chitosan농도의 차이에 따른 reed canarygrass의 수량구성요소와 식물체 부위의 건물중을 나타낸 것이 <표 4>이다.

Table 4. The values on yield components and dry weight of plant parts of reed canarygrass grown in different concentrations of chitosan solution amended soil.

Chitosan concn. (%)	Yield components and dry weight of plant parts										
	PL	NT	WT	LA	LW	SW	RW	SHW	BY	C/F	T/R
0	63.3 ^a	23.3 ^a	188.8 ^{ab}	518.6 ^b	2.32 ^{ab}	2.08 ^{ab}	1.48 ^a	4.40 ^{ab}	5.88 ^{ab}	0.91 ^a	3.01 ^a
0.01	57.2 ^{ab}	24.3 ^a	211.9 ^{ab}	881.2 ^{ab}	2.72 ^a	2.43 ^{ab}	1.54 ^a	5.15 ^{ab}	6.70 ^a	0.89 ^a	3.31 ^a
0.05	60.2 ^{ab}	25.0 ^a	242.4 ^a	1067.6 ^a	3.07 ^a	3.00 ^a	1.53 ^a	6.06 ^a	7.59 ^a	1.02 ^a	4.12 ^a
0.10	58.3 ^{ab}	24.0 ^a	198.8 ^{ab}	748.6 ^{ab}	2.48 ^{ab}	2.29 ^{ab}	1.35 ^{ab}	4.77 ^{ab}	6.12 ^{ab}	0.92 ^a	3.65 ^a
0.50	52.0 ^b	21.7 ^a	176.9 ^b	571.5 ^{ab}	2.09 ^b	1.75 ^b	0.97 ^b	3.84 ^b	4.81 ^b	0.81 ^a	4.07 ^a
1.00	58.8 ^{ab}	22.7 ^a	203.1 ^{ab}	650.0 ^{ab}	2.51 ^{ab}	2.10 ^{ab}	1.37 ^{ab}	4.61 ^{ab}	5.98 ^{ab}	0.84 ^a	3.46 ^a

초장(PL)은 0.5% 수준에서 52.0cm를 나타내어 다른 농도보다 유의하게 짧았다. 경수(NT)는 농도간에 21.7-25.0개의 범위를 나타내었으나 유의한 차이가 없었다. 1경중(WT)은 0.05% 수준에서 242.4mg으로 가장 무거웠고, 0.5% 수준에서 176.9mg으로 가장 가벼웠다. 엽면적(LA)은 0.05% 수준의 1067.6cm²가 가장 넓었으나, 대조구의 518.6cm²와 1.0% 수준의 650cm²를 제외한 다른 농도의 엽면적과는 유의한 차이가 없었다.

엽중(LW)은 0.01%와 0.05%에서 각각 2.72g과 3.07g을 나타내어 0.5% 수준의 2.09g보다 유의하게 많았다. 경중(SW)은 0.05% 수준에서 3.0g으로 가장 많았다. 근중(RW)은 0.01% 수준과 0.05% 수준에서 각각 1.50g과 1.53g을 나타내어 유의하게 많았고, 지상부 건물중(SHW)은 0.05% 수준에서 6.06g으로 유의하게 많았다. 생물학적 수량(BY)도 0.01% 수준의 6.70g과 0.05% 수준의 7.59g이 유의하게 많았다. 또한 C/F비와 T/R비에서도 농도간에 일정한 경향은 인정되지 않았으나 0.05% 수준에서 가장 높은 값을 나타내었다.

4) 목초의 수량구성요소와 부위별 건물중에 대한 초종간의 차이
 목초의 수량구성요소와 부위별 건물중에 대한 초종간의 차이를 나타낸 것이 <표 5>이다.

Table 5. Mean values on yield components and dry weight of plant parts of 3 grasses.

Species	Yield components and dry weight of plant parts										
	PL	NT	WT	LA	LW	SW	RW	SHW	BY	C/F	T/R
OG	62.5 ^a	26.1 ^a	254.4 ^a	1001.6 ^a	4.74 ^a	1.88 ^a	1.53 ^a	6.62 ^a	8.15 ^a	0.39 ^b	4.35 ^b
TF	60.2 ^a	27.5 ^a	242.7 ^a	826.5 ^b	4.66 ^a	2.25 ^a	1.18 ^a	6.90 ^a	8.01 ^a	0.49 ^b	6.06 ^a
RC	58.3 ^a	23.5 ^a	203.7 ^a	739.6 ^b	2.53 ^b	2.28 ^a	1.37 ^a	4.81 ^b	6.18 ^b	0.90 ^a	3.60 ^b

OG : orchardgrass, TF : tall fescue and RC : reed canarygrass.

초장(PL)은 초종간에 58.3cm-62.5cm의 범위, 경수(NT)는 23.5-27.5개의 범위, 그리고 1경중(WT)은 203.7g-254.4g의 범위를 나타내었으나 초종간에 유의한 차이는 인정되지 않았다. 그러나엽면적(LA)은 orchardgrass가 1001.6cm²로 다른 2초종보다 유의하게 넓었고, 엽중(LW)은 orchardgrass와 tall fescue가 각각 4.74g과 4.66g으로 reed canarygrass의 2.53g보다 유의하게 많았다. 그러나 경중(SW)과 근중(RW)에서는 초종간에 유의한 차이가 인정되지 않았다.

지상부 건물중(SHW)은 orchardgrass와 tall fescue가 각각 6.62g과 6.90g을 나타내어 reed canarygrass의 4.81g보다 유의하게 많았고, 생물학적 수량(BY)도 orchardgrass와 tall fescue가 각각 8.15g과 8.01g으로 reed canarygrass의 6.18g보다 유의하게 많았다. 또한 C/F비에서는 reed canarygrass가 0.90으로 orchardgrass와 tall fescue보다 훨씬 높은 값을 나타내었고, T/R비에서는 tall fescue가 5.61로 다른 2초종보다 유의하게 높았다.

5) 목초의 수량구성요소와 부위별 건물중에 대한 chitosan 농도간의 차이
 목초의 수량구성요소와 부위별 건물중에 대한 chitosan 농도간의 차이를 초종의 평균값으로 나타낸 것이 <표 6>이다.

Table 6. Mean values on yield components and dry weight of plant parts of 3 grasses in different concentrations of chitosan solution.

Chitosan concen. (%)	Yield components and dry weight of plant parts										
	PL	NT	WT	LA	LW	SW	RW	SHW	BY	C/F	T/R
0	60.2 ^{ab}	26.1 ^a	226.2 ^a	758.3 ^a	3.86 ^a	2.09 ^a	1.39 ^a	5.96 ^a	7.35 ^a	0.54 ^a	4.29 ^b
0.01	61.2 ^{ab}	25.9 ^a	238.9 ^a	884.9 ^a	4.03 ^a	2.47 ^a	1.45 ^a	6.50 ^a	7.95 ^a	0.65 ^a	4.64 ^a
0.05	61.8 ^{ab}	26.2 ^a	250.3 ^a	978.9 ^a	4.15 ^a	2.42 ^a	1.39 ^a	6.57 ^a	7.96 ^a	0.58 ^a	4.73 ^a
0.10	59.0 ^{ab}	26.0 ^a	230.2 ^a	857.9 ^a	3.94 ^a	2.07 ^a	1.29 ^a	6.02 ^a	7.25 ^a	0.49 ^a	4.67 ^a
0.50	57.4 ^b	24.9 ^a	215.6 ^a	804.1 ^a	3.64 ^a	1.79 ^a	1.11 ^a	5.44 ^a	6.55 ^a	0.49 ^a	4.90 ^a
1.00	62.4 ^a	25.0 ^a	239.9 ^a	851.1 ^a	4.07 ^a	1.95 ^a	1.39 ^a	6.01 ^a	7.40 ^a	0.48 ^a	4.32 ^b

초장(PL)은 1.0% 수준의 62.4cm가 0.5% 수준의 57.4cm보다 유의하게 높았으나 다른 농도의 초장과는 유의한 차이가 인정되지 않았다. 경수(NT)는 농도간에 2.49개-26.2개의 범위, 1경중(WT)은 215.6mg-250.3mg의 범위, 엽면적(LA)은 758.3cm²-978.9cm²의 범위를 나타내었으나 농도간에 유의한 차이가 없었다. 또한 엽중(LW)은 농도간에 3.64g-4.15g의 범위, 경중(SW)은 1.79g-2.47g의 범위를 나타내었다. 근중(RW)은 0.5% 수준에서 1.11g으로 가장 적었으나 다른 농도의 근중과는 유의한 차이가 없었고, 지상부 건물중(SHW)과 생물학적 수량(BY)에서도 같은 경향을 나타내었다. C/F비는 0.01% 수준에서 가장 높은 0.65를 나타내었으나 농도간에 유의한 차이가 없었다. 그러나 T/R비에서 대조구와 1.0% 수준에서 각각 4.29와 4.32를 나타내어 다른 농도보다 유의하게 낮았다.

IV. 고 찰

Chitosan의 시용효과는 식물체의 방호기능(防護機能)의 강화와 세포의 활성화를 통하여 식물의 생육을 촉진하는데 있으며(Hirano와 Hayashi, 1987 ; 平野, 1988ab), 작물의 종에 따른 시용방법에 따라서 그 효과의 차이가 인정된다. 즉, 엽채류에는 종자의 chininase 활성을 유도하여 발아와 생육을 촉진하는 종자피복과 토양과의 혼합이 유용하

며(Mirelman 등, 1975 ; 福井 등, 1989ab), 근피식물에는 분말의 부착과 용액의 관수(福井 등, 1989ab) 등의 방법이 있으며, 목초의 경우에는 잎의 기공(氣孔)에 의한 chitosan의 흡수를 유도하는 엽면살포방법(李, 1995) 등이 있다.

그러나 종자의 피복, 분말의 부착, 엽면살포와 같은 시용방법은 종자의 발아와 식물체 세포의 활성화를 통하여 얻을 수 있는 생육촉진이라고 할 수 있으나(Zikakis, 1984 ; 平野, 1988ab ; 福井 등, 1989ab), chitosan 용액의 토양혼합은 삼투압과 근압(根壓)이 관여하는 뿌리의 양, 수분 흡수기작과 토양의 물성과도 밀접한 관련성이 인정되는 시용방법이라고 생각된다.

따라서 chitosan의 토양혼합에 의한 식물체의 생육효과는 초종에 따른 생태적 특성과 그에 따른 적정농도의 차이에 의하여 결정될 가능성이 높다고 판단된다.

본 실험에서의 chitosan의 토양혼합은 일정한 농도의 조건에서 초장과 T/R비의 증대에 의한 생육촉진효과가 인정되었다<표 1, 6>. 또한 초종의 생육특성<표 5>과 생육촉진효과가 인정되는 초종별 chitosan 농도의 차이를 살펴보면<표 2, 3, 4>, 엽면적이 가장 넓었던 orchardgrass는 0.01% 수준에서 효과가 컸으며, 엽면적과 엽중이 적고 지상부의 건물중이 적어서 생물학적 수량의 저하를 초래한 reed canarygrass에서는 0.05% 수준에서 효과가 컸고, T/R가 다른 초종보다 유의하게 높았던 tall fescue에서는 1.0% 수준에서 생육촉진효과가 가장 높았다고 할 수 있다.

즉, orchardgrass에 대한 chitosan의 시용효과는 엽면적의 확대를 통한 엽중의 증가와 그에 따른 지상부 건물중과 생물학적 수량의 증가에 있으며, reed canarygrass에 대한 chitosan의 시용효과는 엽중보다 경중을 증가시켜 C/F비를 높히므로 잎에 의하여 생산된 광합성산물이 잎보다 줄기의 건물중대를 위하여 분배되었다고 생각된다. 또한 tall fescue에 대한 chitosan의 시용은 뿌리보다도 지상부의 생육을 촉진시키므로 생물학적 수량의 증대에 그 효과가 커서 T/R비의 확대에 공헌하였다.

Chitosan의 농도간 차이를 초종의 평균값으로 볼 경우, 화분과 목초의 생육을 촉진시키기 위한 chitosan의 적정농도는 0.01-0.05%의 범위였다고 생각된다<표 6>. 즉, chitosan의 시용효과는 초장과 T/R비의 증대에 있기 때문에<표 1, 6>, 초장과 T/R비의 증대에 공헌하는 적정농도는 0.01%-0.05%의 범위에 존재한다고 볼 수 있다. 이상과 같은 chitosan의 적정농도에 대하여 福井 등(1989ab)은 chitosan에 의한 무 종자의 피복실험에서 0.01%, 1.0% 0.05%의 순으로 근중(根重)이 무거웠는데, 토양혼합보다는 종자피복에 의한 식물체의 생육효과 컸다고 하였고, 李(1995)는 ladino clover의 건물생산 증대를 위한 c6hitosan의 엽면살포에서 적정농도의 범위를 0.01%-0.05%의 수준이라고 보고한 결과와 같은 농도의 범위였다고 생각된다. 또한 李(1995)는 건물수량의 증대를 위한 적정농도는 0.05% 수준이지만, 경제적 시용농도는 0.01% 수준이었다고 하였다.

이상에서 얻어진 결과를 종합하면, 초종의 생태학적 특성에 따라서 생육의 촉진을 위한 chitosan의 적정농도는 변화되었고<표 2, 3, 4>, 초종에 따라서 식물체의 특정부위를 증대시키기 위한 chitosan의 시용효과에 차이가 인정되었다<표 5>. 또한 건물수량의 증

대와 경제적인 chitosan 농도의 범위를 고려할 때, 0.01%-0.05% 수준이 가장 이상적이라고 생각된다<표 6>.

앞으로 목초의 종자피복에 의한 생육실험을 통하여 chitosan의 사용방법에 따른 초종의 생육반응의 차이를 보다 폭 넓게 비교, 연구할 필요가 있다고 생각된다.

V. 적 요

농도가 다른 chitosan용액을 토양에 혼합하여 화본과 목초를 재배하였을 때, 목초의 생육반응을 조사하여 생육촉진효과를 나타내는 초종별 적정농도를 추정하려고 하였다.

1. Chitosan 농도에 따른 초종간의 차이는 엽면적, 엽중, 지상부의 건물중, 생물학적 수량, C/F비 그리고 T/R비에서 유의성이 인정되었다.
2. Chitosan의 농도에 따른 생육촉진효과는 초장과 T/R비에서 뚜렷하였다.
3. 생육을 촉진하는 chitosan의 적정농도는 orchardgrass에서 0.01%, reed canarygrass에서 0.05%, tall fescue에서 1.0%의 수준이었다.
4. 초종에 따른 chitosan의 생육촉진효과는 초종에 따라서 큰 차이가 인정되었다. 즉, orchardgrass에서는 엽면적, 엽중, 지상부 건물중, 생물학적 수량의 증대에 효과가 컸으며, reed canarygrass에서는 C/F비의 확대에 공헌하였고, tall fescue에서는 뿌리보다 지상부의 생육을 촉진시켜 생물학적 수량의 증대에 공헌하였다.
5. 화본과 목초의 생육을 촉진하는 chitosan 농도의 범위는 0.01%-0.05%가 가장 적당하다고 생각되었다.

인 용 문 헌

1. Gudmund, S. B., A. Thorleig and S. Paul. 1989. Chitin and chitosan. Elsevier, New York.
2. Hirano, S. and M. Hayashi. 1987. Chitosan and its derivatives as an activator of plant cells in the callus formation of cabbage leaves. Pol. Mater. Sci. Eng., 57: 38-42.

3. Mirelman, D., E. Galum, N. Sharon and R. Loton. 1975. Inhibition of fungal growth by wheat germ agglutin. *Nature* 256: 414-416.
4. Muzzarelli, R. A. A. 1977. *Chitin*. Pergamon Press, Oxford.
5. Muzzarelli, R. A. A., C. Jeuniaux and G. W. Gooday. 1986. *Chitin in nature and technology*. Plenum Press, London.
6. Zikakis, J. P. 1984. *Chitin, chitosan and related enzymes*. Academic Press, Orlando.
7. 福井春雄. 藤原 公. 村岡高志. 次田陸志. 1989a. キチン, キトサンによる作物の生長促進効果. 第 1報. 生長促進効果とその作用性. 日作四國支紀. 26: 1-8.
8. 福井春雄. 藤原 公. 村岡高志. 次田陸志. 1989b. キチン, キトサンによる作物の生長促進効果. 第 2報. 各種作物への栽培適應性. 日作四國支紀. 26: 9-16.
9. 平野茂博. 1988a. 植物キチナゼと病忠害對植物自己防護機能(キチン, キトサン). 技報堂出版. p.169.
10. 平野茂博. 1988b. キトサンの關與する植物の細胞活性化および病原菌に對する自己保護機能. 日農化會誌 62: 293-295.
11. 次田陸志. 1990. キチン, キトサンの農業分野への利用. 食品工業. 350-357.
12. 李 柱 三. 1995. Ladino clover(*Trifolium repens* L.)의 건물생산에 미치는 Chitosan 용액의 전면시용효과. 한국유기농업학회지 4(2): 79-85.