

## 飼料用 수수 (*Sorghum bicolor x S. bicolor*) 生育에 대한 淨水 슬러지(alum sludge)의 施用效果

金 相德 · 張 基運\* · 林 裁信\*\* · 金 英漢\*\*\*

### Effects of Alum Sludge Application on the Growth of Forage *Sorghum (Sorghum bicolor x S. bicolor)*

Sangdeog A. Kim, Ki Woon Chang\*, Jae Shin Lim\*\* and Young Han Kim\*\*\*

#### Summary

An experiment of alum sludge application was carried out on a mountainous site, to know its effect on the growth of forage sorghum hybrid, Pioneer 931 (*Sorghum bicolor x S. bicolor*).

When alum sludge with 80% water content was applied at the level of 133 ton per ha, the effect of the application on the growth of Pioneer 931 was much smaller than that of chemical fertilizer. But fresh yield of the forage, with the sludge application, was greater than that without fertilizer when the soil is not fertile. But when the soil was comparatively fertile, the sludge application gave an adverse affect on the growth of the forage plant.

The content of exchangeable K in the soil has a very close positive relation with the fresh yield and plant height of the plant, while that of exchangeable Ca has a close negative relation with those growing factors.

There was a tendency of yield decrease of the forage plant, when alum or compost was applied with NPK to the comparatively infertile soil especially for alum sludge. As a result, when soil is not fertile more attention will be necessary for applying alum sludge with chemical fertilizers. But to soil with better fertility, it is recommended to use alum sludge with chemical fertilizer to obtain more yield of the forage plant.

#### I. 緒論

淨水場에서 배출되는 정수 sludge는 微細한 浮遊物質을 침전시키기 위한 침전제로 Alum을 처리했을 때 생성되는 Sludge로서, 우리나라의 경우 정수장에

서 발생되는 Sludge는 대부분이 Alum sludge로 (수자원공사, 1991) 그 발생량이 1991년에는 80% 수분 함량 기준으로 년간 600,000 m<sup>3</sup>에 가까우며, 2000년에는 1,000,000 m<sup>3</sup> 이상의 Alum sludge 발생이 예상된다.

中部大學校 動物資源學科 (Dept. Animal Resources, Joongbu University, Kumsan-gun, Chungchong Nam-do 312-940, Korea)

\* 忠南大學校 農科大學 (College of Agriculture, Chungnam Nat'l University, Yusong-gu, Taejon 305-764, Korea)

\*\* 韓國科學技術院 土木工學科 (Dept. Civil Engineering, Korean Advanced Institute of Technology, Yusong-gu, Taejon 305-701, Korea)

\*\*\* 韓國水資源公社 水資源研究所 (Water Resources Research Institute, Korea Water Resources Corporation, Yusong-gu, Taejon 305-390, Korea)

Alum sludge의 영양성분으로서는 Ca, 유기물 함량 등이 있다. 비료효과는 吉田과 磯井(1987)에 따르면, 채소류의 생육에 대해서 수량증가는 나타나지 않았으나, 岡과 松本(1981)의 연구에 의하면 Sludge 사용량이 아주 많은 경우를 제외하고는 식물체의 수량이 증가했다. 이미 수행되었던 알타리무우의 生育에 대한 Alum sludge의 시용효과에 관한 시험에서, 토양이 肥沃한 곳보다는 비옥하지 않은 곳에 대해서 그 시용效果가 높다는 사실을 알았다(張等, 1993).

정수 Sludge의 농업적 이용은 식물영양원으로서 作土에 환원시키거나 副材料와 섞는 비료제조의 원료로 사용되고 있다(岡과 松本, 1981). 그러나 Alum sludge는 Al 성분함량이 높고 (AWWARF, 1990), 低分子 응결 침전제인 Alum  $[Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O]$  처리에 의해 점성이 높고 전조 되면서 굳음성이 강한 점이 농업적 토양으로 이용하는 데에는 문제점으로 제기되고 있다. 위의 문제점을 해결한다면 이들을 放流, 埋立 또는 燃却시키는 것보다는 농업토양에 환원시킴으로써, 많은 양을 처리할 수 있으며 또한 농업용 비료자원으로서 사용할 수 있다.

앞에 서술한 Al 함량 등의 문제점이 있으나 이를 해결하기 위해 副材料를 넣은 Sludge 腐熟堆肥의 이용 가능성에 관한 조사도 필요하다고 생각되어, 본 시험에서는 Sludge에 다른 재료를 넣어 부숙시켰다.

우리나라의 山地는 有機物, 비료성분이 부족되어 있으므로 (ASI, 1985), 이들 Sludge를 축산물 생산의 기초 자원이 되는 飼料作物의 생산을 올릴 수 있을지 그 與否를 알아보기 위해 (김과 윤, 1983) 사료작물의 一種인 수수 雜種을 선택했다. 家畜의 飼料用 青刈作物은 도입육종(導入育種)된 것으로 옥수수, 수수雜種, sorghum-sudan hybrid, 청예호맥(胡麥), 청예연맥(燕麥) 및 청예유채(油菜)등이 있다. 이 중에서 수수잡종의 한 가지인 Pioneer 931 (*Sorghum bicolor x S. bicolor*)은 우리나라에서는 1984년에 장려품종으로 선정되었다(박, 1992).

본 시험에서는 척박한 토양에 대한 시용효과를 알아보기 위해 山地를 開墾한 곳에서, Pioneer 931을 供試作物로 하여 실험을 수행했으며, Alum sludge 및 부숙퇴비의 시용이 사료작물의 生育과 그 식물체

의 無機質 含量에 미치는 영향에 관하여 연구를 수행하였다.

## II. 材料 및 方法

시험은 충남 금산군 추부면 마전리에 소재한 中部大學校 校內의 山地 圃場에서 실시되었으며, 공시작물은 飼料用 수수 雜種 (*Sorghum bicolor* × *S. bicolor*)인 Pioneer 931이었는데, Pioneer 931의 종자는 농촌진흥청 축산기술연구소에서 제공받았다.

Alum sludge는 대덕 정수장에 야적된 것을 운반해서 다른 처리없이 그대로 사용했으며, 한편 정수 Sludge를 사용하여 부숙퇴비(Compost)를 제조하였다. Compost를 제조하는 방법은 도시 하수 Sludge와 톱밥을 부피 기준으로 2 : 1로 혼합한 뒤, 건물량 기준으로 이 혼합물의 25% 되는 Alum sludge를 넣어서 강제송풍 방식으로 55일간 발효시켰다(한국수자원공사, 1993). Alum구와 Compost구에施用한 Alum sludge와 Compost의 수분함량은 각각 80%와 60~63% 수준이었으며, 시용량은 ha당 각각 133 톤과 67 톤이었다.

시험포장은 경사진 산지에 1993년 5월 26일 설치했는데, 1구의 면적은 3 m<sup>2</sup> 이었으며 난괴법 3반복으로 윗쪽에는 집구 I, 아랫쪽에는 집구 III의 순서로 시험구를 배치하여 실험을 수행했다. Pioneer 931의 생육에 대한 Alum sludge와 Compost의 施用效果를 구명하기 위해 Control구, Alum구, Compost구, 그리고 질소, 인산, 칼리질 비료를 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O = ha당 200 : 200 : 200 kg의 수준으로 시용한 NPK구, Alum sludge에 화학비료를 섞어 시용한 (Alum+NPK)구와 Compost에 화학비료를 섞어 시용한(Compost + NPK)구의 6가지 처리를 두었다(표 1).

Alum sludge는 1993년 6월 7일에, 비료 시용 및 파종은 6월 17일에 각각 실시했으며, 이때 畦幅은 40 cm이고 株間距離는 30 cm였다.

草高조사는 1993년 10월 16일에, 지상부 수확은 11월 4일에, 토양 채취는 11월 11일에 각각 실시하였다.

Table 1. Design of Pioneer 931 experiment.

Treatment	Alum sludge*	Compost**	Chemical fertilizer (kg/ha)
Control	—	—	—
Alum	133	—	—
Compost	—	67	—
NPK	—	—	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=200:200:200
Alum + NPK	133	—	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=200:200:200
Compost + NPK	—	67	N:P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :K <sub>2</sub> O=200:200:200

\* Moisture content of alum sludge is 80%.

\*\* Moisture content of compost is around 60~63%.

Alum과 Compost의 K, Ca, Mg과 유효 Al은 ICP 분석기 (Leeman Lab PS 1000)를, 有效 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 분광분석기 (Spectrophotometer, Shimadzu UV-120-02)로 각각 분석했다. 식물체와 토양의 분석에 있어서 K은 염광분석기(Corning, Flame Photometer 410)를, Ca과 Mg은 원자흡광분광 분석기(Shimadzu, AA-680)를 이용하여 각각 분석했다.

통계처리는 常法에 의했으며(손 등, 1984) 처리 평균간 비교는 Duncan의 多重 檢定法에 의해 실시했

다.

### III. 結果 및 考察

시험에 사용된 Alum sludge와 Compost의 화학 성분을 표 2에 나타냈다. Alum sludge의 pH는 중성이었고, Total carbon 함량은 6.9%로 토양보다는 높았다. 유효태 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 낮은 편이었으나, 교환태 Ca은 많았다.

Table 2. Chemical properties of alum sludge and alum compost

Material	pH (H <sub>2</sub> O) (1:5)	T-C (%)	T-N (%)	C/N ratio	Available phosphate (ppm)	Exchangeable cations (me/100g soil)			Avail. Al (%)
						K	Ca	Mg	
Alum sludge	6.9*	6.9	0.79	8.8	158	0.7	11.6	0.8	2.2
Alum compost	6.7	30.1	1.29	23.3	1,650	2.4	4.5	4.7	1.3

\* Mean value of 3~5 replicates.

Alum compost는 원 재료인 Alum sludge에 비해 Total carbon과 有效 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>含量 및 交換態 K과 Mg 함량은 높아졌으나, Alum 자체에 많았던 교환태 Ca과 유효 Al 함량은 낮아졌는데 이는 副材料인 都市 下水 슬러지와 텁밥의 영향으로 보인다. 따라서 Compost화 했을 때 Alum sludge에 비교해서 무기 성분이 균형 잡혀진 것으로 나타났다. 또한 식물생육에 유익한 것으로 여겨지는 교환태 K과 Mg 함량은 높아지고 (Kirkby and Mengel, 1978), Alum sludge에 너무

많아 식물 생육에 피해를 줄 가능성이 있는 교환태 Ca 함량과 유효 Al 함량은 낮아졌다.

표 3은 짐구별로 채취한 토양 및 처리별 분석 결과이다.

시험전 토양의 交換性 K, Ca, Mg 성분 함량은 한국의 밭토양의 평균치보다 낮았으며(ASI, 1985), 표에는 나타나지 않았지만 시험포장의 아랫쪽 토양의 성분함량들이 윗쪽 토양의 값들보다 높았다.

Table 3. Chemical properties of soil before and after the harvest \*, \*\*

(mg/100g soil)

Treatment	Exchangeable K	Exch. Ca	Exch. Mg
(Sep 2, 1993)	9.1±4.7	60±29	7.0±4.1
(Nov. 11)			
Control	9.0±1.2 a	63±35 a	11.7±6.1 ab
Alum	8.4±0.7 a	79± 8 ab	10.2±2.2 a
Compost	10.6±0.8 a	85±33 ab	24.4±7.8 c
NPK	18.6±1.5 b	63± 3 a	11.5±0.6 ab
Alum + NPK	18.3±4.3 b	123±40 b	14.0±5.7 ab
Compost + NPK	21.1±4.2 b	113±51 ab	20.2±6.2 bc

\* Mean ± standard deviation of 3 replicates,

\*\* Values in the same column with same letter are not significantly different ( $P>0.05$ ).

Control구에서 수확전의 함량과 비교할 때 수확후의 토양중 교환태 K 및 Ca은 거의 비슷했으나, 교환태 Mg 함량은 수확 전보다 높았다.

수확 후의 토양중 교환태 K은 화학비료를 시비한 구에서 높아졌는데, 이는 NPK구의 많은 K 사용에 의한 것으로 생각된다. 토양중의 교환태 Ca함량은 Ca을 많이 함유하고 있는 Alum 또는 Compost가 함

유되어 있는 처리구들 (Alum, Compost, Alum + NPK, Compost+NPK)에서 높았다. 한편 교환태 Mg은 Alum구에 비해서 Compost구 및 (Compost + NPK)구에서 높았는데 이는 Alum에 비해 Compost에 Mg이 많이 함유되어 있기 때문으로 생각된다(표 2).

표 4는 처리구별 Pioneer 931 식물체의 무기물 함량을 나타낸다.

Table 4. Effect of alum sludge and/or fertilizer application on mineral contents of Pioneer 931 \*

(Unit : mg/g DW\*\*)

Treatment	K	Ca	Mg
Control	16.1±1.5 a	11.6±0.9 a	2.1±0.2 a
Alum	15.0±1.1 ab	11.7±0.4 a	1.8±0.1 ab
Compost	14.8±2.6 ab	10.9±1.1 a	2.1±0.1 a
NPK	10.4±0.8 c	8.2±0.7 b	1.6±0.1 b
Alum + NPK	14.9±2.8 ab	8.8±0.3 b	1.6±0.2 b
Compost + NPK	11.6±0.7 bc	8.3±0.9 b	1.7±0.2 b

\* Mean ± standard deviation of 3 replicates,

\*\* Values in the same column with same letter are not significantly different ( $P>0.05$ ).

식물체의 K 함량은 건물량을 기준으로 하여 10~16 mg/g 범위로 다른 목초에 비해 낮은 값이었으며 (Kim et al., 1988), Control구에 비해서 NPK구와 Compost + NPK구에서 낮은 K 함량을 보였다. Ca 성분은 수량이 적었던 구에서 높고 수량이 많았던 화학비료를 처리한 구(NPK, Alum + NPK, Compost +

NPK)에서 낮았다.

식물체중 Mg 성분도 K, Ca 성분과 비슷한 경향으로 화학비료를 처리한 구에서 낮은 경향이었으나, Compost구에서 약간 높은 경향을 나타냈다.

토양의 교환태 K함량과 비교해 보면(표 3), 토양 중 교환태 K함량은 화학비료를 처리했을 때가 처리

하지 않았을 때보다 낮았으며, 식물체중 K함량은 NPK구와 (Compost + NPK)구에서 다른 처리에서 보다 낮았다. 식물체중 Ca 함량은 화학비료를 처리한 구에서 높아 토양중의 교환태 Ca 함량과는 반대되는 경향이었다. 토양중 교환태 Mg 함량은 Compost 구와 (Compost + NPK)구에서 높은 경향이었으나, 식물체중 Mg 함량은 수량이 낮았던 Control구와

Compost구는 높은 경향이었다.

표 5는 草高와, NPK구에서의 초고를 100으로 했을 때의 각 처리구에서의 비율을 집구별로 나타낸 것이다. 처리간 평균치를 비교해 보면 Alum 구보다 Compost구가 높았으나 유의차는 없었으며, 화학비료가 사용된 곳이 사용하지 않은 곳보다 유의하게 높았다.

Table 5. Effects of sludge and/or fertilizer application on plant height of Pioneer 931 (on different block)

Treatment	Blocks			(cm)
	I	II	III	
Control	31 ± 7 ( 17)**	76 ± 18 ( 45)	78 ± 8 ( 44)	62.0 a
Alum	82 ± 17 ( 46)	57 ± 20 ( 34)	55 ± 14 ( 31)	65.0 a
Compost	57 ± 18 ( 32)	99 ± 20 ( 59)	87 ± 18 ( 49)	81.3 a
NPK	178 ± 31 (100)	167 ± 22 (100)	175 ± 18 (100)	173.8 b
Alum + NPK	73 ± 18 ( 41)	159 ± 23 ( 95)	191 ± 57 (109)	141.4 b
Compost + NPK	152 ± 9 ( 85)	117 ± 21 ( 70)	223 ± 26 (127)	164.4 b

\* Mean ± standard deviation of 3 replicates,

\*\* The figure in the parenthesis shows the ratio of plant height on each treatment to the value on chemical fertilizer plot(NPK) of Pioneer 931.

\*\*\* Values in the same column with same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ).

Control구에서는 집구 1보다 토양이 상대적으로 비옥한 집구 2와 3에서 草高의 성적이 좋았으며, Compost구에서도 Control구와 비슷한 경향으로 집구 II와 III에서 높았다. 그러나 Alum구에서는 집구 I에서 높고 집구 II와 III에서 낮았는데, 이는 알타리 무우에 대한 Alum sludge의 사용 효과와 거의 같은 경향이었다(장 등, 1993). 집구별로 뚜렷한 차이가 없었던 NPK구의 초고를 기준으로 하여 다른 처리구의 초고를 비교해 보면 (Compost + NPK)구, (Alum + NPK)구는 집구 I에서는 낮았지만, 집구 III에서 높은 경향이 있었다. 집구 I에서는 Alum구보다 Alum + NPK구에서 낮았는데, 이는 N, 유효 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 교환태 K, Mg 함량이 낮으나, 교환태 Ca, 유효 Al 함량이 높았던 Alum sludge에(표 2) NPK 처리가 토양의 무기물 함량에 불균형을 가져와 (Kim et al., 1987), 未處理 유기물인 Alum sludge에 의해 작물의 생육

장해가 나타난 것으로 보인다(熊田, 1982).

위의 경향을 다시 쓴다면, Pioneer 931의 생육에 대한 Alum 사용의 효과는 토양이 비교적 척박한 곳에 효과가 있었으나, (Alum + NPK)처리 및 (Compost + NPK)처리는 비교적 비옥한 곳에서 사용 효과가 있다고 말할 수 있겠다. 따라서 비료로서 Alum aludge를 쓰고자 할 경우에는 다른 재료와 섞어서 Compost화 즉, 부숙시킬 필요가 있다고 생각된다.

표 6은 Pioneer 931의 生重量을 조사한 성적이다. 생중량으로 계산한 이유는 가축에게 수수를 급여할 때 生草로 주기 때문이며 비료 효과가 생중량으로 나타낼 때 뚜렷한 경우도 있기 때문이다(Kim et al., 1988). 생중량은 앞에서(표 5)의 초고의 성적과 거의 같은 경향이었다.

Table 6. Effect of sludge and/or fertilizer application on top plant growth of Pioneer 931

(ton FW/ha)\*

Treatment	Blocks			Mean
	I	II	III	
Control	0.1 ( 1)**	2.3 ( 21)	2.1 ( 19)	1.52 a ***
Alum	2.1 ( 18)	1.0 ( 9)	0.9 ( 8)	1.37 a
Compost	0.6 ( 5)	3.0 ( 28)	2.7 ( 24)	2.13 a
NPK	11.1 (100)	10.7 (100)	10.9 (100)	10.96 b
Alum + NPK	3.1 ( 27)	9.8 ( 91)	12.5 (114)	8.50 b
Compost + NPK	6.5 ( 58)	6.1 ( 57)	14.2 (130)	8.96 b

\* FW : fresh weight,

\*\* The figure in the parenthesis indicates the ratio of the value in the plot to the value in chemical fertilizer treatment(NPK).

\*\*\* Values in the same column with same letter are not significantly different ( $P > 0.05$ ).

처리 평균간 비교를 해보면 草高에서와 마찬가지로 화학비료가 시용된 처리구가 시용되지 않은 처리구보다 수량이 유의하게 많았다. 화학비료만 시용한 NPK구에서는 집구에 따른 차이가 거의 없었다.

그러나 Control구와 Alum시용구는 집구에 따른 차이가 컸으며, Control구에서는 산의 윗쪽 부분인 집구 I보다 상대적으로 비옥한 산의 아랫쪽인 집구 II와 III의 수량이 많았다. Alum구는 집구 I에서는 Control구나 Compost보다 수량이 많았는데, 이는 Alum의 80%라고 하는 높은 수분함량이(표 1) 비교적 건조하고 척박한 집구 I에서 식물의 생육에 좋은 역할을 한 것으로 보인다. 이와는 반대로 (Alum + NPK)구는 집구 I보다 집구 II와 III에서 수량이 많았다. 한편 Compost구와 (Compost + NPK)구는 집구 II와 III에서 생증량이 많아서 (Alum + NPK)구와 비슷한 경향이었다. 따라서 비교적 척박한 곳에서는 Alum만을 사용하는 것이 효과가 있으며, 화학비료를 사용할 때에는 Alum 보다는 Alum sludge에다 부재료를 섞어서 腐熟시킨 Compost를 사용하는 것更加 낫다고 생각된다.

앞의 草高에서와 마찬가지로(표 5), 생증량도 Alum sludge 또는 Compost와 NPK를 함께 사용했을 때에 시험토양중 비교적 척박한 곳에서는 NPK만을 시용한 것보다 오히려 수량이 적어져서, Alum sludge를 시용할 때 특히 주의해야 할 것으로 보인

다. 그러나 토양이 비교적 비옥한 곳에서는 Alum sludge 또는 Compost와 함께 NPK를 시용하는 것이, NPK만을 시용하는 것보다 수량이 많은 경향을 보였다.

따라서 위의 결과로부터 Alum과 Compost의 사용방법을 생각한다면, 우선 토양의 비옥도의 기준을 어떻게 정할 것인가 하는 문제 해결이 先行되어야 한다. 그러나 개략적으로 말한다면 토양이 비교적 비옥하지 못한 곳에서는 Alum만을 시용하고, 토양이 비교적 肥沃한 곳에서는 부숙시킨 Compost를 사용하거나 (Alum + NPK)의 방식 또는 (Compost + NPK)의 사용이 바람직하다고 본다. 여기서 주의할 것은 NPK구의 수량이 토양의 비옥도에 관계없이 거의 같은 것은 토양으로부터 많은 양분을 收奪하는 것이 되므로 본 시험 이후의 作物 재배에는 좋지 않은 영향을 줄 수 있으므로 역설적이기는 하지만 有機物 施用의 필요성을 말 해주는 것이다 (岡島, 1976).

다음 표 7은 식물의 무기성분, 토양의 교환태 양이온 성분 및 收量 구성요소 사이의 상호 관계를 나타낸 것이다.

따라서 Compost 처리는 토양중의 교환태 K 함량을 높이고, 식물체의 Ca 함량을 낮추어서, 즉, 무기물질 상호간의 균형을 맞추어주는 역할을 하여 (Kim et al., 1987), Alum sludge 만을 시용하는 것보

다 사료작물의 초고나 수량을 높일 수 있는 것으로 생각되었다. 그러나 비교적 척박한 토양에서는 Alum 사용이 Compost 사용보다 많은 수량을 나타냈다.

Alum sludge의 사용이 단독으로 사용할 때와

NPK와 함께 사용할 때의 결과가 서로 다른 것에는 앞으로 연구가 더 필요한 것으로 보인다. 또한 Alum sludge 사용 때문에 가축에게 해로운 중독성 물질이 생기는지 여부에 관해서도(윤과 고, 1982) 조사할 필요가 있다고 본다.

Table 7. Correlation among plant mineral, soil mineral contents and growth factors of Pioneer 931 plant

	Plant K	Plant Ca	Plant Mg	Soil Ex - K	Soil Ex - Ca	Soil Ex - Mg	Plant height
Plant Ca		0.627**					
Plant Mg	0.209		0.716***				
Soil Ex - K	-0.624**	-0.884***	-0.542*				
Soil Ex - Ca	0.029	-0.296	-0.211	0.556*			
Soil Ex - Mg	-0.129	-0.101	0.277	0.275	0.497*		
Plant height	-0.676**	-0.810***	-0.497*	0.936***	0.565*	0.305	
Top fresh weight	-0.671**	-0.800***	-0.485*	0.939***	0.538*	0.215	0.984***

\*( $P < 0.05$ ), \*\*( $P < 0.01$ ), \*\*\*( $P < 0.001$ ).

1) 지상부 생초 수량과 초고 사이에는 아주 밀접한 정(+)의 관계가 있었다( $r = 0.98$ ).

2) 토양 중 교환태 K 함량은 지상부 생초 수량과 초고와는 아주 밀접한 정(+)의 관계를 보였으나( $r = 0.93$ ), 식물체의 Ca 함량은 지상부 생초 수량 및 초고에 대해 밀접한 부(-)의 관계를 보였다( $r = -0.80 \sim -0.81$ ).

3) 토양 중의 교환태 K 함량은 식물체의 Ca 함량과 아주 밀접한 부(-)의 관계가 있었다( $r = -0.88$ ).

#### IV. 摘 要

山地 조건에서 飼料作物의 일종인 수수 交雜種 Pioneer 931 (*Sorghum bicolor* × *S. bicolor*)에 대해 정수장에서 폐기물로 생기는 Alum sludge를 사용하여栽培試驗한 결과는 다음과 같다.

山地土壤 1 ha당 수분함량 80%의 Alum sludge를 133톤 사용한 조건에서 Alum의 施用效果는 NPK의 사용 효과보다는 훨씬 작았으나, 시험 토양중 비교적 척박한 곳에서는 Alum sludge 사용 효과가 나타나 Pioneer 931의 식물체는 더 크게 자랐으며 생초수량도 많았다. 그러나 비교적 비옥한 곳에 대한 Alum sludge의 사용은 Control구보다도 오히려 수량이 적었다.

토양중 교환태 K 함량은 지상부 생초 수량과 초고와는 아주 밀접한 정(+)의 관계를 보였으나, 식물

체의 Ca 함량은 지상부 생초 수량 및 초고에 대해 밀접한 부(-)의 관계를 나타냈다.

Alum sludge 또는 Compost와 NPK를 함께 사용했을 때 시험토양중 비교적 척박한 곳에서는 NPK만을 사용한 것보다 오히려 수량이 적어지는 경향이었고, Alum sludge에서 특히 주의해야 할 것으로 보인다. 그러나 토양이 비교적 비옥한 곳에서는 Alum sludge 또는 Compost와 함께 NPK를 사용하는 것이, NPK만을 사용하는 것보다 수량이 많은 경향을 보였다.

#### 謝 辭

Pioneer 931 종자를 기꺼이 제공해주신 농촌진흥청 축산기술연구소의 박 병훈 연구관님께, 그리고 포장 실험을 도와준 중부대학교 동물자원학과의 이

재덕 군에게 고마움을 표합니다.

## V. 참고 문 헌

1. Agricultural Sciences Institute, RDA. 1985. Soils and their improvement of Korea. Suweon pp. 40-68.
2. American Water Works Association Research Foundation, KIWA Ltd. 1990. Slib, Schlamm, Sludge. (Edited by Cornwell, D.A. and H.M.M. Koppers) pp. 289-293.
3. Kim, S.A., S. Yoshida and R. Kayama. 1987. Growth response of orchardgrass (*Dactylis glomerata* L.) to potassium levels in water culture. J. Japan Grassl. Sci. 33(3):276-281.
4. Kim, S.A., S. Yoshida, T. Okubo and R. Kayama, 1988. Potassium behavior between soil and forage in grassland. J. Japan Grassl. Sci. 33(4):345-355.
5. Mengel, K and E.A. Kirkby. 1978. Principles of plant nutrition. International Potash Institue. Worlaufen-Bern(Switzerland). pp.367-424.
6. 岡島秀夫, 1976, 土壤肥沃度論. 農山漁村文化協会. 東京. pp.115-174.
7. 岡高明, 松本薰, 1981, 淨水場汚泥の農業面への利用. 水道協會雑誌 557:35-41.
8. 吉田重方, 磯井俊行, 1987, 淨水處理ケ-キの農業利用に関する研究. 用水と排水 29(6):562-566.
9. 熊田恭一, 1982, 土壤環境. 5章. 有機物の施用. 學會出版セン-タ. 東京. pp.126-168.
10. 김 상덕, 윤 익석. 1983. 질소 시비 수준이 Pioneer 988 (*Sorghum bicolor* × *S. sudannense*)의 葉生育 및 乾物 生산에 미치는 영향. 韓草誌. 4(2):158-163.
11. 박 병훈. 1992. 牧草 및 飼料作物 育種. 韓草誌. 12卷 特별호:56-63.
12. 손 응룡, 박 병훈, 차 종환, 안 시영. 1983. 농·생물통계학. 선진문화사. 서울. pp.95-118.
13. 윤 익석, 고 태종. 1982. *Sorghum* × *Sudangrass* (Pioneer 988)의 生육일수 및 번초별 青酸함량에 미치는 질소 시비의 영향. 韓畜誌 24(5):413-421.
14. 장 기운, 김 상덕, 김 영한. 1993. 알타리 무우 生育에 대한 淨水 Sludge의 施用效果. 韓土肥誌. 26(2):78-84.
15. 한국수자원공사 수자원연구소. 1991. 정수장 배출수의 처리방안에 관한 연구(2차년도). 수자원 보고서 91-WS-3 (기술자료 제131호). pp.1-375. 한국수자원공사.
16. 한국수자원공사 수자원연구소. 1993. 정수장 Sludge 재활용 및 죄적관리 방안 연구. pp. 104-110.