

GOVP1199810929

668.62  
L 293 II

최 종  
연구보고서

廢紙纖維를 利用한 緩效性 肥料 開發  
Manufacturing of Slow-Released Fertilizer Using  
Waste Paper Cellulose as Matrix.

廢紙纖維를 利用한 緩效性 肥料 製造  
Preparation of Slow-Released Fertilizer Using  
Waste Paper Cellulose as Matrix.

廢紙纖維를 利用한 緩效性 肥料 肥效試驗  
Effects of Slow-Released Fertilizer Prepared Using  
Waste Paper Cellulose on Crops.

嶺南大學校 自然資源大學

農 林 部

“

”

.

1 9 9 7 . 1 1 . 3 0 .

:

:

:

:

內 ore	主 100-120	20atms	Parr reactor
	granular型	cellulose 性 fiberboard 型	fibril microp- (OH)基
	fiberboard型		Hot press Hot press
	가		
		12	60.4%
		72	75%
	40	40	40
			가
			極性 가

가  
가 (slow  
release) 1 2 多回施肥 가

19

低價

高價 高分子

가

가

高價

1. wood chip (chemical pulping)  
 가 (pulp)가 .  
 가 ( )  
 Allan(1-3), Bailey(4)  
 micropore loading lumen loading  
 (paper making) ,  
 (slow release)  
 가 가가  
 (slow release)  
 가  
 가 , -OH 가 ( )  
 가 -OH

,  
 ,  
 가  
 25 120 5 25atms 內 20-30  
 (precipitation) impregnation  
 Parr reactor  
 (precipitation) (impregnation)  
 matrix deckle box sheet former  
 fiber mat 形態 50 200 25 110atms  
 fiber mat 48  
 72 水中溶出 實驗 土壤 溶出實驗 . Parr  
 Reactor Hot Press micropore  
 中 土壤 溶出 利用 . 水

가

가

## S U M M A R Y

( )

The slow-released fertilizer can be manufactured by using waste paper cellulose which contains lots of micropores in the cellulose fibril. The saturated water soluble fertilizers including urea were impregnated into micropores of cellulose fibril and hydroxyl groups of cellulose fibril in the Parr reactor which was operating at 100-120 and 20atms of reacting conditions. The granular and fiberboard types of fiber matrix impregnated with various fertilizers including urea can be used as so-call the slow-released fertilizers after drying of the fiber matrix.

The water soluble effluent rate of the slow-released fertilizers manufactured into water showed very significant slow-released effects.

On the other hand the soluble effluent rate of the fiberboard type fertilizer into water has been controlled by the pressure and temperature used of the Hotpress. The soluble effluent rate showed more effective slow-released fertilizers indicated 60.4% upto 12 hours releasing time, however indicated 75% within 72 hours of releasing into water.

The chlorophyll content and photosynthetic activity of soybean, red pepper, Chinese cabbage and radish showed the higher value in the slow-released fertilizer than in urea, even though photosynthetic activity of rice showed the lower value in the slow-released

fertilizer. On the other hand the efficiency of nitrogen of soybean, Chinese cabbage and radish showed the higher value in the slow-released fertilizer than in urea, and the nitrogen content in the soil after experiment of rice and soybean field showed lower value in the slow-released fertilizer than in urea, even though the nitrogen content of red pepper, Chinese cabbage and radish showed the very similar results in both of the slow-released fertilizer and urea.

Conclusively by the manufacturing of slow-released fertilizer taking advantages of micropores of waste fiber cellulose and lots of hydroxyl groups of it to impregnate the polar solutions of fertilizers through physical bonding of them has been verified by effluent test into waste and plant soil.

The practical and industrial manufacturing the slow-released fertilizer using waste paper cellulose as a matrix can be possible when the coating material of it has been found in order to control the effluent rate and the amount of the slow-released fertilizer.

# C O N T E N T S

( )

Chapter 1 Introduction .....	10
------------------------------	----

## Chapter 2 Preparation of Slow-Released Fertilizer Using Waste

Paper Cellulose as Matrix .....	13
Section 1 Introduction .....	13
Section 2 Materials and Methods .....	14
Section 3 Results and Discussion .....	17
Section 4 Conclusions .....	24
References .....	25

## Chapter 3 Effects of Slow-Released Fertilizer Prepared Using

Waste Paper Cellulose on crops. ....	28
Section 1 Introduction .....	28
Section 2 Materials and Methods .....	31
Section 3 Results and Discussion .....	37
Section 4 Conclusions .....	78
References .....	80

# 目 次

第 1 章 緒 論 -----	10
第 2 章 纖維型 緩效性 肥料母體 開發 -----	13
第1節 緒 說 -----	13
第2節 材料 方法 -----	14
第3節 結果 考察 -----	17
第4節 結論 -----	24
引用文獻 -----	25
第 3 章 廢紙纖維 利用 緩效性肥料 肥效 試驗 -----	28
第1節 緒 說 -----	28
第2節 材料 方法 -----	31
第3節 結果 考察 -----	37
第4節 結論 -----	78
引用文獻 -----	80

# 第 1 章 緒 論

1946 ureaform 1955

(5) Ureaform

가 5% 4 , 10% 18 15% 45 가 80%

TVA Thiokol 1971 SCU

(6) SCU SCU 20%

Sarder (7) SCU가 urea

Blair (8) triple superphosphate(TSP)

가 P S가 single

superphosphate(SSP) 가

(9) SCU S

6

2m 가 1

가 SCU

Peacock (10) Reactive layer coating(RLC)

leaching Pursell Co.

Polygon RLC

(11) K-bentonite K  
 沙土, 黄土, 山土 가  
 , pot KCl

(12) zeolite 黄色種 煙草  
 K가 Zeolite KCl  
 K K  
 K-zeolite .

Moris (13) steam hydrolysis feather  
 N Williams (14)  
 feather, aged pine needles 7 10-12  
 N .

Choi (15) poultry feather  
 steam hydrolysis enzymatic hydrolysis  
 steam hydrolysis feather  
 가 enzymatic hydrolysis  
 feather 8-11 가  
 .

(16) (17)  
 All an  
 micropore 가 .  
 . 가

가 -OH 가 ( )

, -OH 가

.

,

-OH

, (precipitation) impregnation

가 Parr reactor

25 120 5 25atms 内 20-30

(precipitation) (impregnation)

matrix deckle box sheet former

fiber mat 形態 50 200 25 110atms

fiber mat 48

72 水中溶出 實驗 土壤 溶出實驗 . Parr

Reactor Hot Press micropore

水

中 土壤 溶出 利用 .

## 第 2 章 纖維型 緩效性 肥料母體 開發

### 第1節 緒 說

wood chip (chemical pulping) 가 ( )

가 (pulp)가 .

가 ( )

Allan(1-7), Bailey( 8 ) Scallan(21-23)

micropore loading (paper making)

lumen loading

(slow release) 가

가가 .

(slow release)

## 第2節 材料 方法

1.

가. :  
 가 . (ni cropore)  
 coating 가 ,  
 -OH 가 ,  
 coating 가 .  
 . : 가 (NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>)  
 가 가 .  
 . : Alum(Al<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>· 18H<sub>2</sub>O)  
 . : Deckle box, Hollander beater, Refiner, Sheet former, Hot press

2.

가. (defibrating)  
 (pulp slurry) 30-40C 1-2% alum(Al<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>·  
 18H<sub>2</sub>O) defibrator .  
 (consistency) 1-2%가 .  
 . (fiber mat)  
 12in × 12in 18in × 18in deckle box( )

pressing) (hot

( ) 12in × 12in 18in × 18in

가 (slow release)

(NH<sub>2</sub>CONH<sub>2</sub>)

(dipping)

가 Scanning Electron Microscopy(SEM) Particle Size Analyzer(PSA)  
가 (slow release)

가

Atomic Absorption Spectrophotometer(AA)

(micropore) , Parr reactor内 (100  
120 ) (20atms ) ,  
hot pressing  
cellulose (OH)基

### 第3節 結果 考察

Fig 1 cellulose SEM EDAX . Fig 2  
cellulose KCl 가 impregnation  
precipitation SEM EDAX .



Fig. 1. Micrograph of waste fiber cellulose(8)



Fig. 2. Micrograph of waste fiber cellulose impregnated with inorganic salt solutions such as KCl at surface and microproes of the cellulose(8)

SEM-EDAX cellulose (KCl )  
 impregnation precipitation 가 (水)  
 1  
 kjeldahl method Perkin Elna  
 Varian社 Spectr AA-20 Atomic Absorption method  
 가 Table 1 . KCl impregnation sample  
 2 hot press 120 , 100 sample .

Table 1. Effluent concentrations of KCl from waste paper cellulose impregnated with KCl

Sample \ concentration (ppm)	first effluent	second effluent
1	4914	164
2	3026	1850

가 Table 1

impregnation 120 , 100  
 가 . (水)  
 ( ) 5g 가  
 impregnation 350cc 2 (1 )  
 350cc 4 (2 ) ppm  
 . 3 impregnation  
 水中溶出 實驗結果 .

Parr reactor

. impregnation 25 5atms , 48  
 水中溶出 溶出率 72 75%  
 68 69% 溶出率 110 25atms  
 Parr reactor 70 71% 59 63%

가 .

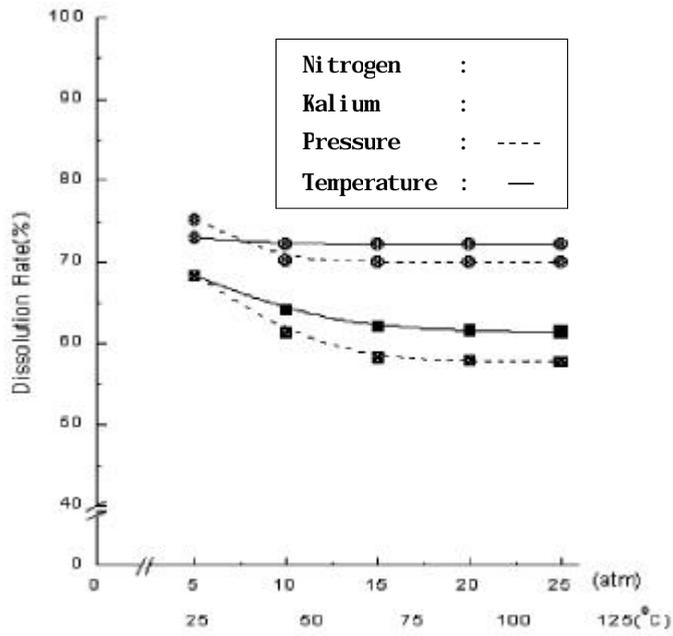


Fig. 3. The effects of temperature and pressure of the parr reactor used on dissolution of slow-released fertilizer manufactured and released in water for 48 hours

4 가 (impregnation) 가

Hot Press

가 . 4

Hot Press Parr Reactor

48 水中 溶出率 25atms 75% 105atms

68% 溶出率 ,

68% 56% .

Hot Press 가

2 . Hot Press 가 50 ,

溶出率 77%, 71% Hot Press 200

가 溶出率 72%, 64%

. 4 5

fibril microfibril micropore 가 Parr Reactor

Hot Press

(impregnation effects) .

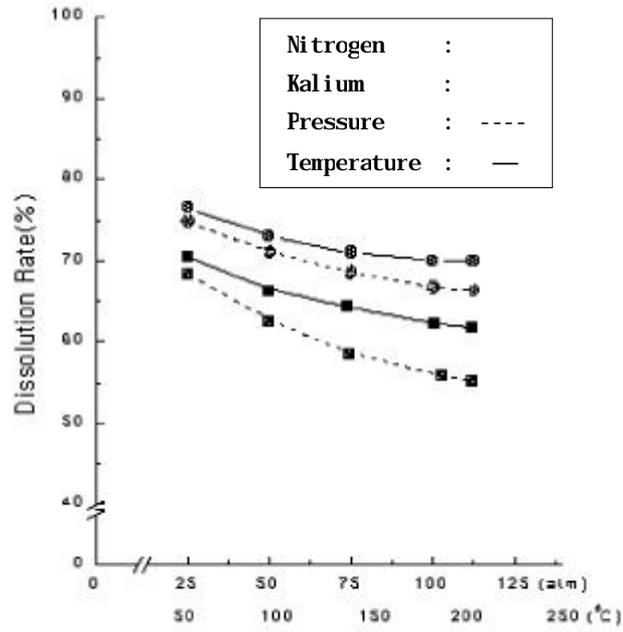


Fig. 4. The effects of temperature and pressure of the hot press used on dissolution of slow-released fertilizer manufactured and released in water for 48 hours

## 第4節 結論

micropores 高分子性 (OH-)基 極性結合  
fibril micropore 極性  
(impregnation) 水中溶出  
micropore , 高分子性  
(OH-)基 Parr Reactor Hot Press

## 引用文獻

1. Allan G. G. , New technologies based on the microporosity of cellulosic pulp fibers. Tappi J. 45(9) : P. 986. (1991).
2. Allan G. G. , and P. Ritzenthaler. The microporosity of pulp : The properties of paper made from pulp fibers internally filled with Calcium Carbonate. Tappi J. 75(3) : P. 239. (1992).
3. Allan G. G. , and John P. Carroll. Compositions and methods for filling dried cellulosic fibers with an inorganic filler. U.S. Patent No. 5, 275, 699. Jan. 4(1994).
4. Bailey, G. M. , M. Dana and R. Lefroy. Micropore Structure of pulp cellulose fiber for filling of inorganic fillers. Tappi J. 77(2) : PP. 211-219. (1994).
5. , , , . 1991. : 10-13.
6. . 1975. . : 476-491.
7. Sarder, N. A. , A. M. Shansuddin. and N. H. Khan. 1992. Yield and

- yied components of wetland rice under various sources and levels of nitrogen. *Philippine J. Crop Sci.* Vol. 13(3) : 155-158.
8. Blair, G. J., M. Dana. and R. Iefroy. A glasshouse evaluation of sulfur fertilizer sources for crops and pastures. II. A comparison of sulfur coated triple superphosphates and gypsun. *Australian J. Agri. Res.* 45(7) : 1517-1523.
9. , , , . 1974. : 26-33.
10. Peacock, C. H. and J. N. Dipaola. 1992. Bernudagrass to Reactive Layer Coated Fertilizer. *J. Aner. Soc. Agro.* Vol. 84(6) : 946-950.
11. , . 1986. (K ) . II. . *J. Korean Environ. Agri.* Vol. 5(2) : 135-140.
12. 李東勳, 朴秀俊, 崔炆. 1989. 天然 Zeolite 緩效性 K 肥料 黃色種 煙草 對 施用效果. *韓國土壤肥料學會誌.* Vol. 22(3) : 215-220.
13. Morris, W. C. and S. L. Balloun. 1973. Evaluation of Five Differently Processed Feather Meals by Nitrogen Retention, Net

Protein Values, Xanthine Dehydrogenase Activity and Chemical Analysis. Poultry Sci. 52 : 1075-1084.

14. Willians, K. A. and P. V. Nelson. 1992. Low, Controlled Nutrient Availability Provided Waste Materials for Chrysanthemum. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 : 422-429.
15. Choi, J. M. and P. V. Nelson. 1996. Developing a Slow-release Nitrogen Fertilizer from Organic Sources : II. Using Poultry Feathers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121(4) : 634-638.
16. 許鍾秀, 金廣植. 1985. 製紙 施用 土壤 化學性 水稻生育 影響. 韓國環境農學會誌. 4(2) : 78-87.
17. 張基運, 金相德, 崔宇永, 李奎承. 1992. 製紙 農業的 利用 研究. 韓國土壤肥料學會誌. Vol. 25(2) : 155-159.

# 第 3 章 廢紙纖維 利用 緩效性肥料 肥效

## 試驗

### 第1節 緒 說

最近 先進國 輸入開放 壓力 國際競爭力 危弱 農  
產物 生産者 가 . WIO 環境經營  
持續的 農業環境保全 .  
作物 生育時期 養分 가 生育  
作物 養分 .  
化學肥料 速效性 基肥  
施用 土壤 溶脫 流失 土壤 水質 污染源 肥  
효과 作物 過剩吸收 鹽類障礙, 倒伏, 病  
蟲害 發生 가 作物 生育期 養分供  
給 分施 分施 時期 方法 決定  
 . 農村勞動力 高齡化, 婦女化 勞動力 質的, 量的低  
下가 省力栽培가 가 緩效性肥料 開發  
 .  
肥種 開發 肥料成分 緩效化 半世紀  
 2), 窒素肥料 . 緩效化  
基本原理 作物 有效 形態 供給力  
 1) 化合物 溶解度  
 分解無機化 速度가 利用 化學的 方法 利用  
 2) 尿素 溶解 粒子 疏水性 物質 被覆 物理的 方法  
利用 3) 窒酸化菌 作用 沮害 脫窒作用 損失 減少

間接的 方法

緩效性肥料 養分 溶脫 抑制 肥效持續性 施肥回數 節減  
目的 開發 特性上 室素質肥料 開發 1946  
緩效性 室素肥料 Ureaform 1955 商品化  
合成品(IBDU, CDU ) 開發  
, , 果樹, 菜蔬 被覆方法 緩效性肥料  
(SCU)가 固結方法 ,  
, 無機成分 開發  
5). 緩效性 室素肥料 開發研究 SCU가  
1970 TVA SCU製品 2種 導入 肥效試驗  
4). 肥料節減效果 20% 利用率 增大 省力栽培가  
가 産業化 製造技術 實用化

KAISI 開發 Latex被覆 緩效性 室素肥料 製品  
短點  
環境污染 原因 廢木質纖維 ,  
廢棄物 再活用方法  
hardboard 纖維板 製造工業 原料 , 林産製造  
研究機關 cellulose 纖維 化  
學的, 物理的 變化 가 가  
廢木質 纖維板 纖維 纖維 合成樹脂  
耐火性 無機物 hardboard 防火性, 防水性 改善  
, 機械的 强度 가 技術 가 .  
木質纖維 細胞壁內 有機物 合成樹脂 醫藥  
品, 衛生用 Allan) 研究者

本 研究 廢木質 細胞壁內 肥料物質 窒素質肥料 尿素  
 (Urea) 細胞壁內 尿素成分 降雨 土壤水分  
 流失 溶脫 養分 損失 , 土壤中 尿素가  
 作物 全生育期間 作物 養分 要求 養分  
 供給 廢木質纖維 分解 土壤有機物 供給源  
 開發 緩效性肥料 試製品 ( , ), ( ),  
 ( ), ( ) 施用 各 作物 生育 收量 收量構成要  
 素, 作物 養分利用率, 土壤 理化學的 特性變化 調查 實用化  
 가 檢討 實施 .

## 第2節 材料 方法

### 1. 試驗材料 方法

가. 供試作物(品種) 供試土壤

供試作物(品種) ( ), ( ), ( ), ( ), ( ), ( ) 5 作物 , 供試土壤 土性 理化學的 特性 1( ), 2( ) .

**Table 1. Physico-chemical properties of the paddy soil before experiment.**

Texture	pH (1:5)	O. M. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation(cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
Clay loam	5.6	1.31	0.14	45	8.7	4.61	0.24	0.11

**Table 2. Physico-chemical properties of the upland soil before experiment.**

Texture	pH (1:5)	O. M. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation(cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
Sandy loam	5.3	1.01	0.11	53	7.0	3.22	0.22	0.08

施肥量 施肥方法

施肥量 施肥方法 3

Table 3. Amount and rate of fertilizers application on 5 crops.

Crop Treatment	Rice	Soybean	Red pepper	Chinese cabbage	Radi sh
施肥量 (N-P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -K <sub>2</sub> O kg/10a)	15-9-11	4-7-6	19-11-16	19-20-27	16-12-16
分施方法 ● N; 尿素 ● P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ; 熔成 磷肥 ● K <sub>2</sub> O; 鹽化 加里	● N; 基肥 : 分蘖肥: 穗肥 : 實肥=50: 20 : 20: 10 ● P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O; 全量基肥	● N, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O ; 全量基肥	N; 基肥: 追肥 =70: 30 ● P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O; 全量基肥	● N; 基肥: 1 次追肥: 2次 追肥: 3次追 肥=25: 20: 35 : 20 ● P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O; 全量基肥	● N; 基肥: 1 次追肥: 2次 追肥=40: 30: 30 ● P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O; 全量基肥
	● 緩效性肥料(N) 全量基肥				

處理內容

試驗處理 pot 風乾土壤 15kg 窒素肥料 磷酸 加里肥料  
施用 無窒素區(None-N), 窒素肥料 尿素 施用 尿素區(Urea, Control  
窒素肥料 廢紙纖維 利用 緩效性肥料 施用 緩效性肥料區(SRF)  
3 施肥量 pot

供試作物 播種期, 播種方法 栽培法

( 1. 13) 24 30  
催芽 育苗箱子 5 10 播種 6 20 pot 1本

2株 移秧 . 6 20 pot 3粒 播種 出現後 15  
 1株 . 溫室 育苗箱子(25 ) 種  
 子 3粒 播種 3-4葉期 1株 60  
 育苗 6 20 pot 1苗 定植 . 溫室 育苗箱子  
 (25 ) 種子 2-3粒 播種 2-3葉期 1株  
 20 育苗 6 20 pot 1苗 定植 . 6  
 20 pot 3 3粒 播種 出現後 10 1  
 . 栽培 各作物 標準栽培法

. 葉綠素含量, 光合成能力, 葉面積, 乾物重, 收量 收量構成要素  
 移秧後 40 , 定植後 40 , 播種後 40  
 葉綠素含量 光合成能力 調査 . 葉綠素含量 1g nortar  
 80% acetone 가 磨碎 後 80% acetone  
 稀釋 Buchner funnel Whatnan No. 42 濾過 後 100ml가  
 80% acetone 添加 spectrophotometer(Milton Roy Spectronic  
 401, USA) 663nm 645nm 吸光度 測定 Yoshi da( ) 方  
 法 葉綠素含量 計算 . 光合成能力 午前 10-12  
 portable photosynthesis system(LI-6200, LI-COR, USA) 處理當 2回  
 測定 平均值 觀測值 利用 .  
 移秧後 50 , 定植後 50 , 播種後 50  
 葉面積 乾物重 調査 . 葉面積 1株 採取 植物體  
 portable area neter(LI-3000A, LI-COR, U.S.A.) 測定 , 乾物重  
 葉面積 調査 試料 80 乾燥機 48 乾燥 後 測定 .

收量 收量構成要素 調查方法 農村振興廳 農事試驗研究調查基準)  
 準 , , , 收穫期 , 果實 成熟 1  
 週 收穫 .

. 植物體中 無機成分 分析

植物體中 無機成分含量 移秧後 50 , 定植後 50 ,  
 播種後 50 採取 試料 收穫期 採取 試料 80  
 乾燥機 乾燥 後 全窒素 Kjeldahl  
 , 磷酸, 加里, 石灰, 苦土 0.5g 分解液(HClO<sub>4</sub>: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>: H<sub>2</sub>O=18: 1: 11)  
 10nl 分解 後 磷酸 Vanadate法 比色定量 , 加里, 石  
 灰, 苦土 原子吸光法 定量 . 窒素吸收量 窒素濃度 乾物重  
 計算 , 窒素利用率 { (施肥區 植物體中 成分含量 - 無肥區  
 植物體中 成分含量) ÷ 肥料成分施用量 } × 100 計算式 計算

. 試驗前, 後 土壤成分 分析

pH 土壤 蒸溜水 1:5 硝子電極法 測定 , 有機物  
 Tyurin法, 有效磷酸 Lancaster法, 全窒素 Kjeldahl法 測定  
 . 置換性 K, Ca, Mg 1N-NH<sub>4</sub>OAc溶液(pH7) 浸出 原子吸光法  
 定量 .

. 緩效性肥料(試製品) 水中窒素溶出量 分析

緩效性肥料(試製品) 500nl 10g 蒸溜水 500nl  
 가 30 0.5, 6, 12, 24, 72時  
 間 後 濾過 肥料分析法 全窒素 Kjeldahl法

測定 .

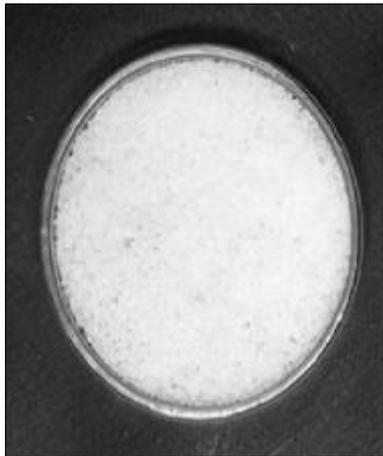
. 試驗方法 試驗區配置

pot試驗(1/2, 000a) 完全任意配置法 4反復

## 2. 緩效性肥料(試製品) 特性

가. 形態

本 試驗 尿素肥料 緩效性肥料 形態 1 尿素  
窒素含量 46% , 緩效性肥料(試製品) 窒素含量 26% ,  
가 x x 0.5 x 0.5 x 0.2cm .



**UREA** (N: 46%)



**SRF** (N: 26%)

**Photo. 1. Materials of used experiment.**

水中窒素溶出量(30 )

緩効性肥料(試製品) 緩効度 가 窒素 水中溶出様相 1  
 12時間 60.4% 溶出量 ,  
 溶出 72時間 75% 溶出 .

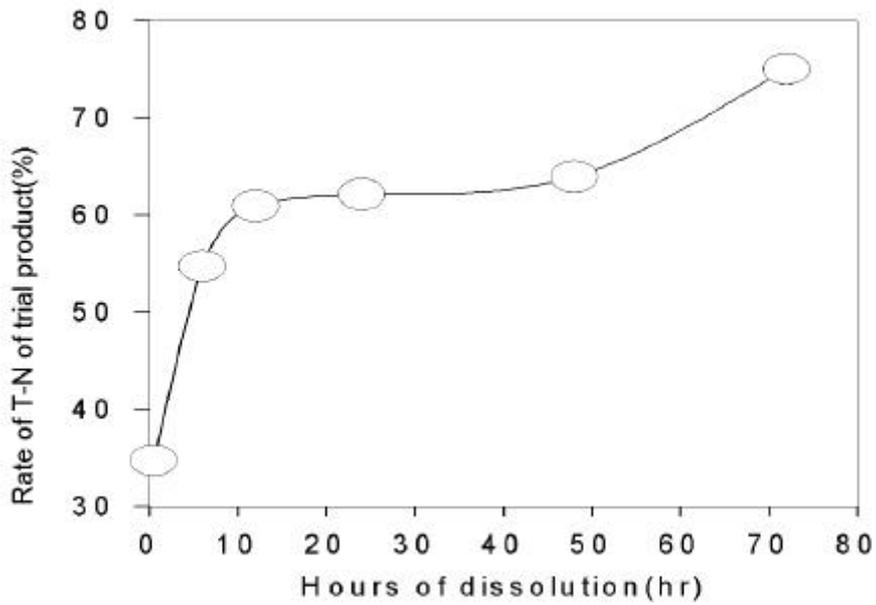


Fig. 1. Change in dissolution rate of total nitrogen(T-N) in the slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).

### 第3節 試驗結果 考察

#### 1. (Rice)

가. 草長, 分蘗數

草長 分蘗數 變化 2 3 草長 生育初期 緩  
 效性肥料區가 尿素區 , 生育中期 . 個體當  
 分蘗數 變化 緩效性肥料區 尿素區間 無窒素  
 區 緩效性肥料區 尿素區 最高分蘗期가 最高分蘗數  
 . 緩效性肥料區 尿素區 移秧 後 50 分蘗  
 數가 가 , 最高分蘗期 緩效  
 性肥料區 尿素區間 穗數 .

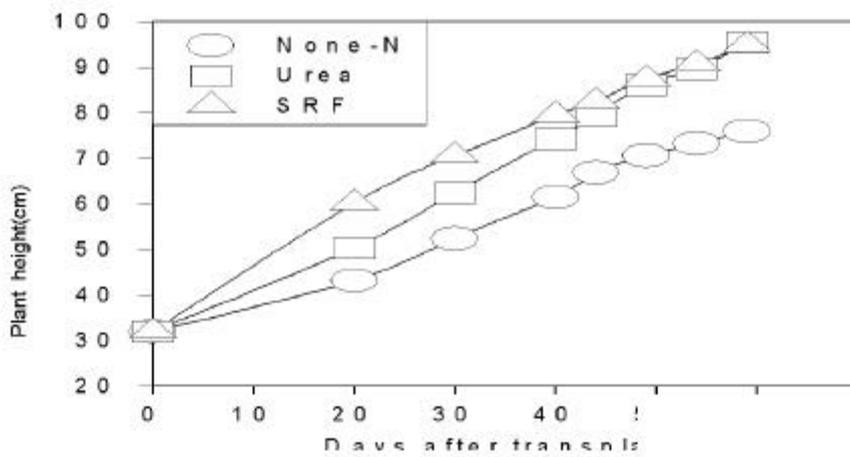


Fig. 2. Changes in the plant height of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).

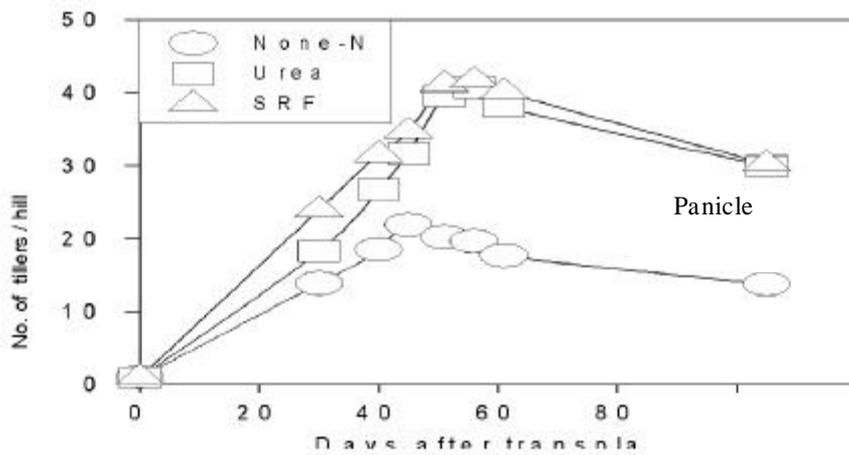


Fig. 3. Changes in the number of tillers per plant of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF)

· 移秧 後 40 葉綠素含量 光合成能力  
 移秧 後 40 測定 葉綠素含量 光合成能力 4 葉綠素含  
 量 光合成能力 緩效性肥料區 尿素區間 統計的 有意性  
 尿素區 緩效性肥料區 葉綠素含量 , 光合成能  
 力

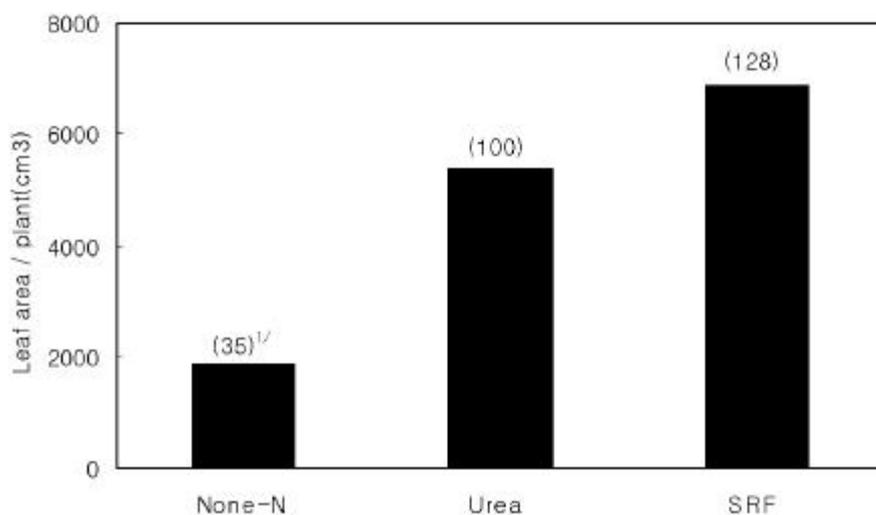
· 移秧 後 50 個體當 葉面積 乾物重  
 移秧 後 50 個體當 葉面積 乾物重 4 5 緩效  
 性肥料區가 尿素區 個體當 葉面積 28%, 乾物重 16% 가 .  
 緩效性肥料가(試製品) 初期 窒素溶出量 尿素區 窒素  
 4回 分施 初期生育 緩效性肥料區 初期生育 尿

素區

**Table 4. Total chlorophyll content and photosynthetic activity in the leaves of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 40days after transplant.**

Treatment	Total chlorophyll cont. (ng/g fr. wt.)	Photosynthetic activity (ng CO <sub>2</sub> / dm <sup>2</sup> /hr)
None-N	1.41 b1/	17.31 b
Urea(control)	3.20 a	22.75 a
SRF	3.57 a	20.71 a

1/: Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by the Duncan's New Multiple Range Test(DMRT).



**Fig. 4. Leaf area per plant of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant.**

1/( ); Index

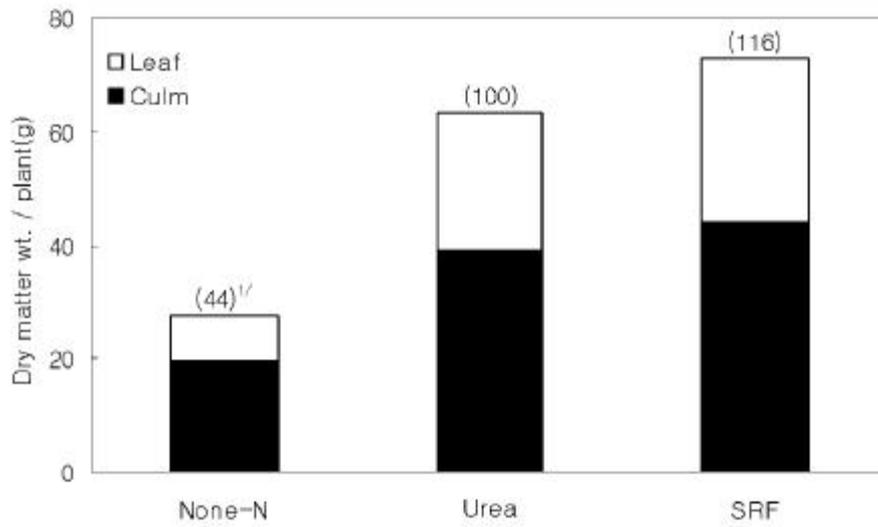


Fig. 5. Dry matter weight per plant of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant. 1/( );Index

出穗期, 稈長, 穗長

出穗期, 稈長, 穗長 5 緩效性肥料區 尿素區 出穗

期 1 . 稈長 穗長 統計的 有意性 , 緩效性  
肥料區が 尿素區 .

**Table 5. Heading date, culm and panicle length of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).**

Treatment	Heading date	Culm length (cm)	Panicle length (cm)
None-N	8. 26	64.3 b1/	16.3 b
Urea(control)	8. 27	72.6 a	20.6 a
SRF	8. 26	78.8 a	20.8 a

1/:The same as in Table 4.

. 收量 收量構成要素  
 收量構成要素 株當穗數, 穗當穎花數, 登熟率, 千粒重 玄米收量  
 6 緩效性肥料區 尿素區間 統計的 有意性 .  
 緩效性肥料區가 尿素區 登熟率 0.4% , 株當穗數 穗當穎  
 花數가 收量 3.7g/pot .

**Table 6. Yield and yield components of rice.**

Treatment	No. of panicles /plant	No. of spikelets /panicle	% ripened grains (%)	1000 -grain wt. (g)	Yield in brown rice (g/pot)
None-N	13.8 b	78 b	63.3 b	17.5 b	37.5 b
Urea(control)	30.0 a	110 a	79.9 a	20.2 a	68.3 a
SRF	30.3 a	112 a	79.5 a	20.8 a	72.0 a

. 移秧 後 50 收穫期 植物體中 無機成分 含量  
 移秧 後 50 植物體中 無機成分 含量 7 緩效性肥料  
 區가 尿素區 全窒素 苦土 含量 , 磷酸, 加里, 石灰 含

量

**Table 7. Chemical components in the whole plant of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50 days after transplanting.**

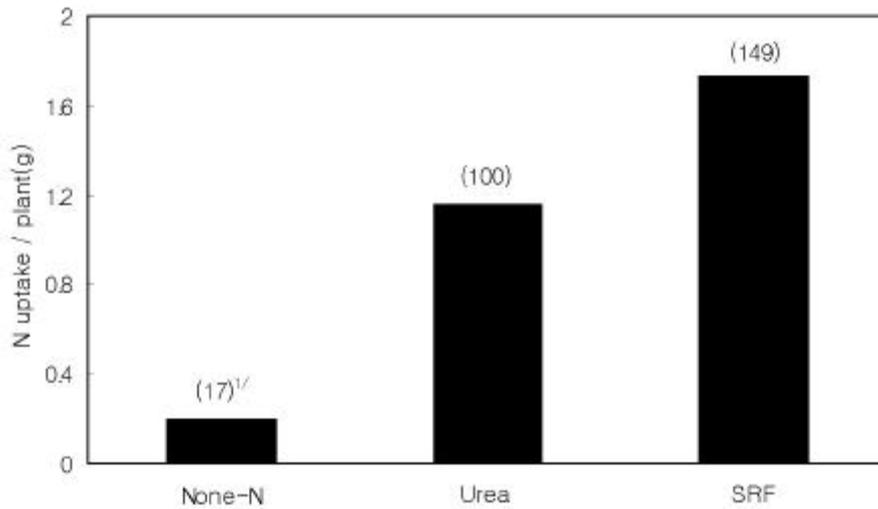
Treatment	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	-----	-----	--- % ---	-----	-----
None-N	0.43	0.81	4.20	0.46	0.29
Urea(control)	1.83	1.01	4.94	0.46	0.38
SRF	2.37	0.95	4.92	0.43	0.41

收穫期 正租 無機成分 含量 8 正租  
 緩效性肥料區が 尿素區 磷酸 含量 養  
 分 含量 . 全窒素 石灰  
 養分 含量 .

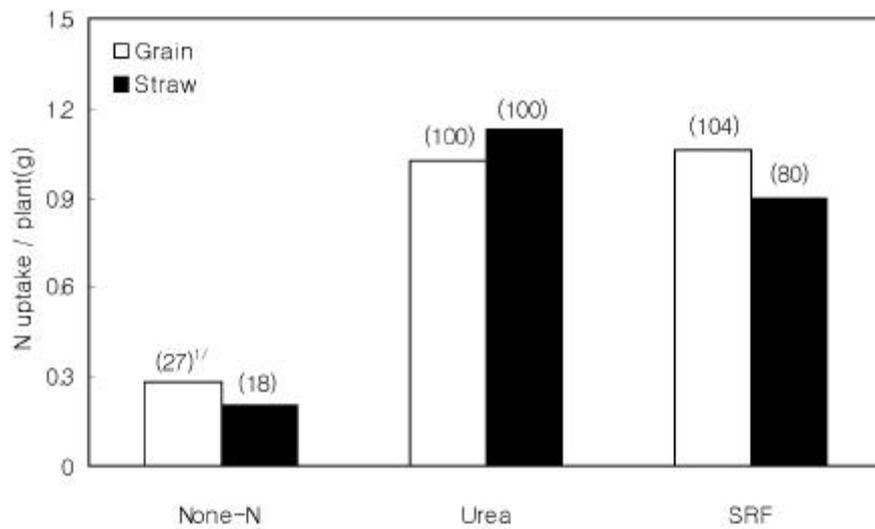
**Table 8. Chemical components in the grain and straw of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper (SRF) at harvest.**

Treatment	Grain					Straw				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	----	----	- % -	----	----	----	----	- % -	----	----
None-N	0.59	0.74	1.30	0.22	0.23	0.28	0.39	3.86	0.59	0.27
Urea(control)	1.19	0.84	1.50	0.30	0.27	1.26	0.45	3.91	0.75	0.50
SRF	1.20	0.82	1.59	0.31	0.30	1.13	0.45	4.03	0.68	0.52

. 移秧 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量  
 移秧 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量 6 7  
 移秧 後 50 緩效性肥料區가 尿素區 窒素吸收量 49%  
 , 收穫期 窒素吸收量 20% . 緩效性肥料가 生育初  
 期 窒素溶出量 , 生育後期 窒素成分 供  
 給 生育期間 作物 生育後期 窒素成  
 分 不足 . 本 試驗 生育初期 生育  
 窒素吸收量 , 生育後期 窒素吸收量



**Fig. 6. Nitrogen uptake per plant in the whole plant of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant.**  
 1/( ); Index



**Fig. 7. Nitrogen uptake per plant in the grain and straw of rice treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.**

1/( ); Index

. 收穫期 植物體中 窒素利用率  
 收穫期 窒素利用率 9 緩效性肥料區が 42.8% 尿素  
 區 48.3% . 緩效性肥料 窒素溶出速度が  
 生育後期 窒素成分 供給

**Table 9. Nitrogen efficiency of urea and slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.**

Treatment	Nitrogen efficiency (%)
Urea(control)	48.3
SRF	42.8

. 試験後土壌 理化学性  
 試験後土壌 理化学性 10 緩効性肥料區가 尿素區  
 pH, 有機物, 燐酸 含量 , C.E.C., 置換性 陽 (Ca, Mg, K)  
 含量 . 全窒素含量 尿素區 緩効  
 性肥料區가 4回 分施 尿素區 緩効性肥料  
 窒素溶出速度가 .

**Table 10. Soil chemical properties treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) after harvest.**

Treatment	pH (1:5)	O. M. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation (cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
None-N	6.1	0.68	0.13	34	6.2	4.30	0.22	0.11
Urea(control)	5.6	0.91	0.14	31	6.6	4.71	0.22	0.07
SRF	5.9	1.48	0.13	39	6.5	4.57	0.22	0.08

2. (Soybean)

가. 草長

草長 變化 8 緩效性肥料區 尿素區間  
 生育初期 緩效性肥料區가

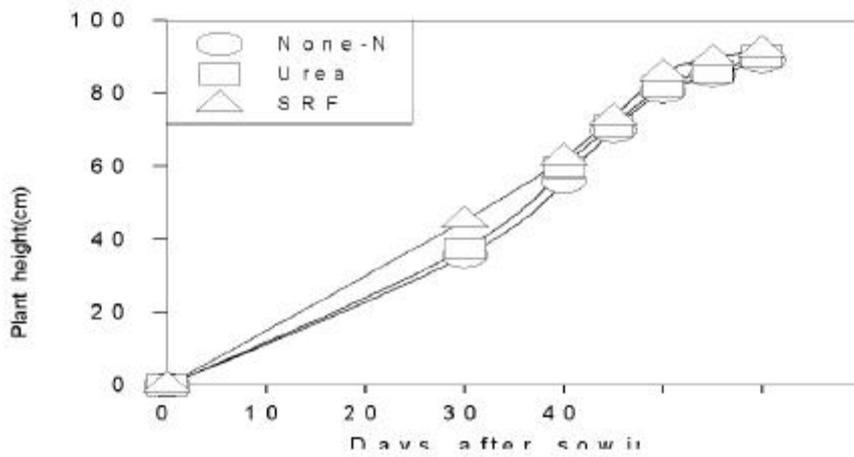


Fig. 8. Changes in plant height of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).

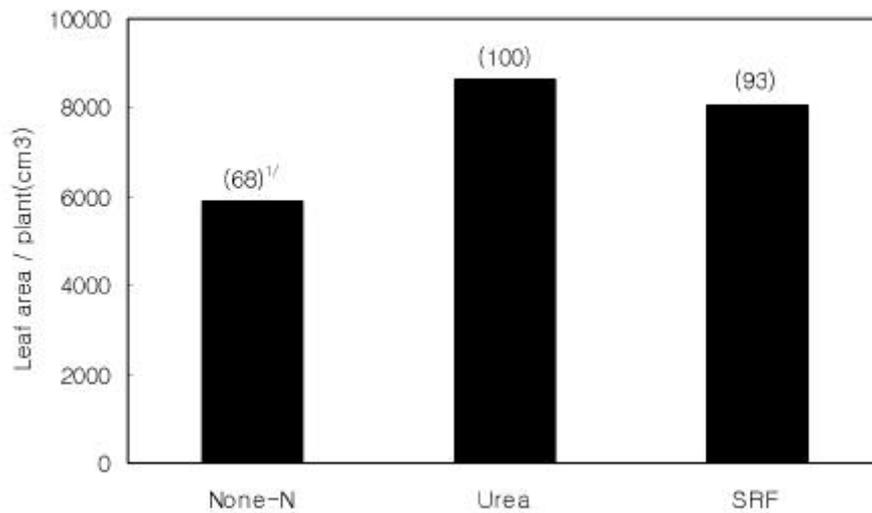
播種 後 40 葉綠素含量 光合成能力  
 播種 後 40 測定 葉綠素含量 光合成能力 11 緩  
 效性肥料區 尿素區間 統計的 有意性 , 緩效性肥料區가 葉綠  
 素含量 光合成能力 尿素區 .

**Table 11. Total chlorophyll content and photosynthetic activity in the leaves of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 40days after sowing.**

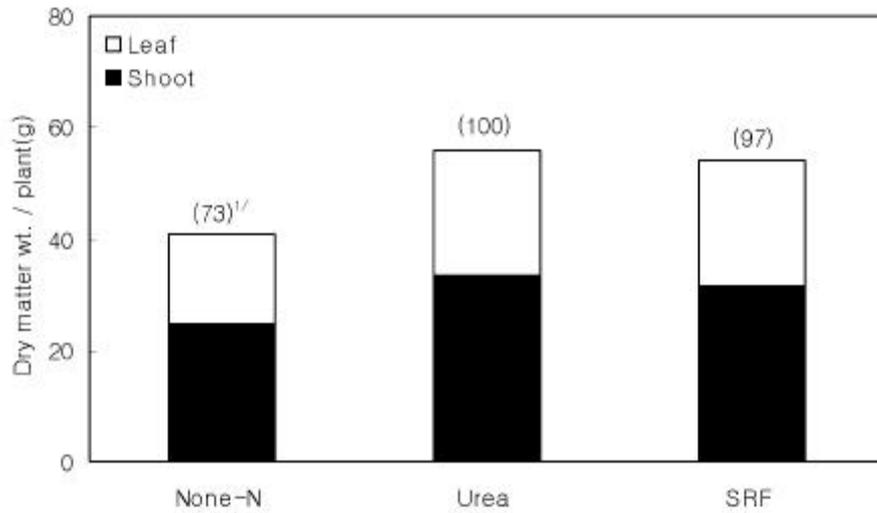
Treatment	Total chlorophyll cont. (ng/g fr. wt.)	Photosynthetic activity (ng CO <sub>2</sub> / dm <sup>2</sup> /hr)
None-N	2.31 ns	18.02 b1/
Urea(control)	2.44	20.66 a
SRF	2.46	21.79 a

1/: Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by the Duncan's New Multiple Range Test(DNMR).

播種後 50 葉面積 乾物重  
 播種後 50 個體當 葉面積 乾物重 9 10 緩效  
 性肥料區が 尿素區 個體當 葉面積 7%, 乾物重 3%



**Fig. 9. Leaf area per plant of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing. 1/( ); Index**



**Fig. 10. Dry matter weight per plant of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing.**  
 1/( ); Index

· 收量 收量構成要素  
 收量構成要素 個體當分枝數, 個體當莢數, 莢當粒數, 百粒重 種實  
 收量 12 緩效性肥料區 尿素區間 個體當分枝數, 個體當  
 莢數, 莢當粒數 種實收量 統計的 有意性 , 個體當分枝數,  
 個體當莢數, 莢當粒數 種實收量 緩效性肥料區 百粒重  
 緩效性肥料區 統計的 有意性 가 .

**Table 12. Yield and yield components of soybean.**

Treatment	No. of branches /plant	No. of pods /plant	No. of grains /pod	100-grains wt. (g)	Grain yield (g/pot)
None-N	7.5 ns	134 ns	2.19 ns	13.4 b1/	31.1 ns
Urea(control)	7.8	144	2.23	14.1 ab	34.1
SRF	8.3	142	2.25	14.6 a	37.0

1/:The same as in Table 11.

. 播種 後 50 收穫期 植物體中 無機成分 含量  
 播種 後 50 植物體中 無機成分 含量 13 緩效性肥  
 料區가 尿素區 全室素, 磷酸, 苦土 含量 , 加里 石  
 灰 含量 .

**Table 13. Chemical components in the whole plant of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50 days after sowing.**

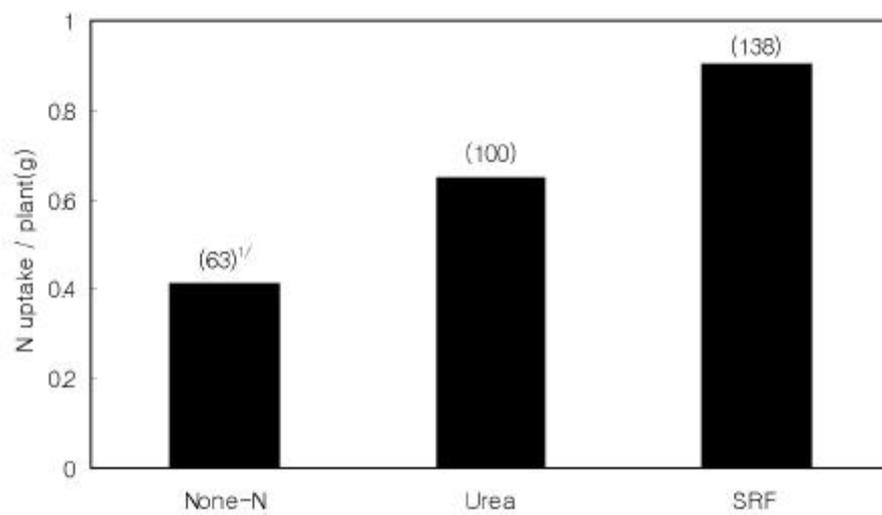
Treatment	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	-----	-----	-- % --	-----	-----
None-N	1.00	1.03	4.68	1.02	0.77
Urea(control)	1.16	0.90	4.64	1.18	0.77
SRF	1.67	0.95	4.63	1.09	0.82

收穫期 種實 莖葉 無機成分 含量 14 種實  
 緩效性肥料區가 尿素區 加里 含量 養分  
 含量 莖葉 全窒素 含量  
 養分 含量

Table 14. Chemical components in the grain and shoot treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.

Treatment	Grain					Shoot				
	T-N -----	P%05 -----	K%0 - % -	Ca0 -----	Mg0 -----	T-N -----	P%05 -----	K%0 - % -	Ca0 -----	Mg0 -----
None- N	6.55	1.43	3.73	0.65	0.45	1.20	0.69	4.15	0.96	0.82
Urea(control)	6.40	1.48	3.90	0.65	0.47	1.57	0.75	4.08	0.97	1.00
SRF	6.61	1.57	3.79	0.67	0.48	1.61	0.69	3.93	0.98	0.99

播種 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量  
 播種 後 50 收穫期 窒素吸收量 11 12 播種 後  
 50 38% , 收穫期  
 緩效性肥料區 尿素區 가 10%



**Fig. 11. Nitrogen uptake per plant in the whole plant of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper (SRF) at 50days after transplant.**  
 1/( ); Index

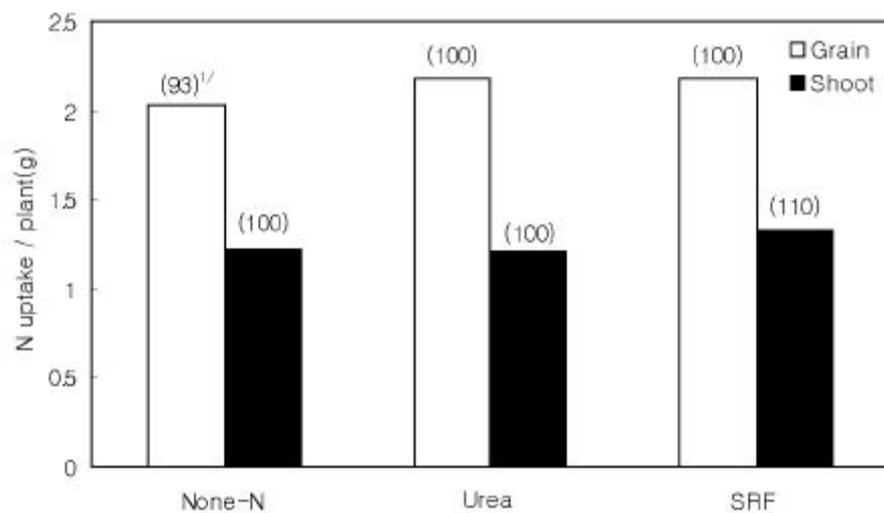


Fig. 12. Nitrogen uptake per plant in the grain and shoot of soybean treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.

1/( ) ; Index

· 收穫期 植物體中 窒素利用率  
 收穫期 窒素利用率 15 緩效性肥料區가 28.3% 尿素  
 區 15.2%

Table 15. Nitrogen efficiency of urea and slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.

Treatment	Nitrogen efficiency (%)
Urea(control)	15.2
SRF	28.3

. 試驗 後 土壤 理化學性  
 試驗 後 土壤 理化學性 16 緩效性肥料區가 ,  
 (Ca, Mg) 尿素區  
 pH (K) . 試驗 後 土壤 全室素  
 含量 ( , , ) 緩效性  
 肥料區 尿素區 量 室素 根瘤菌  
 空中室素 .

**Table 16. Soil chemical properties treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) after harvest.**

Treatment	pH (1:5)	O. N. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation (cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
None-N	5.7	1.06	0.10	124	7.4	3.47	0.18	0.11
Urea(control)	5.8	1.28	0.14	104	6.6	3.01	0.15	0.10
SRF	5.8	0.98	0.09	103	6.6	3.06	0.16	0.10

3. (Red pepper)

가. 草長

草長 變化 13 緩效性肥料區 尿素區間  
 緩效性肥料區가 生育初期

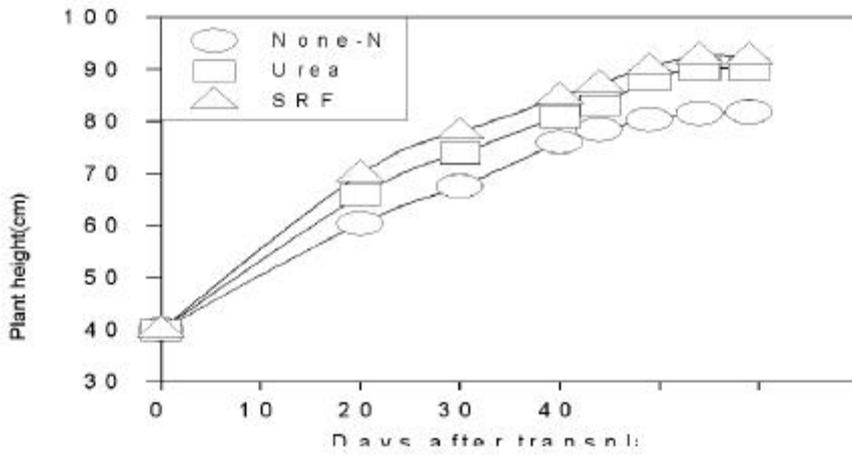


Fig. 13. Changes in plant height of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).

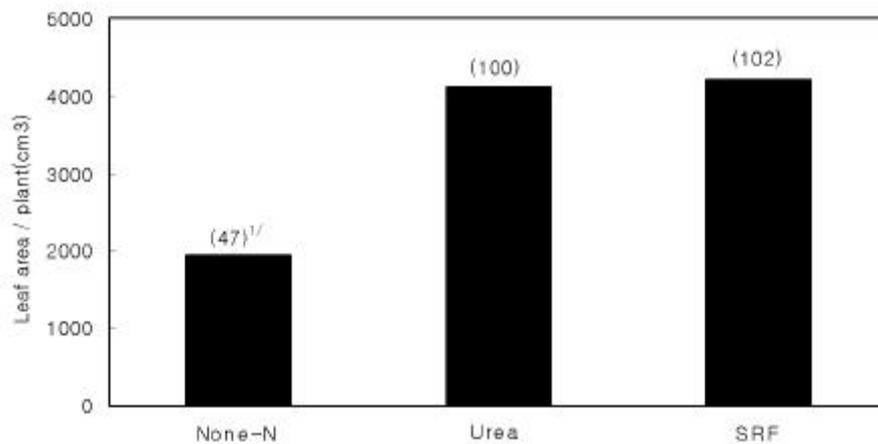
定植 後 40 葉綠素含量 光合成能力  
 定植 後 40 測定 葉綠素含量 光合成能力 17 葉綠  
 素含量 緩效性肥料區 尿素區間 統計的 有意性  
 光合成能力 統計的 有意性 緩效性肥料區가

**Table 17. Total chlorophyll content and photosynthetic activity in the leaves of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 40days after transplant.**

Treatment	Total chlorophyll cont. (ng/g fr. wt.)	Photosynthetic activity (ng CO <sub>2</sub> / dm <sup>2</sup> /hr)
None-N	1.30 c	12.07 b
Urea(control)	1.92 b	15.45 a
SRF	2.44 a	16.01 a

1/: Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by the Duncan's New Multiple Range Test(DNMRD).

定植後50日 葉面積 乾物重  
 定植後50日 個體當 葉面積 乾物重 14 15 緩效  
 性肥料區が 尿素區 個體當 葉面積 2%, 乾物重 13% .



**Fig. 14. Leaf area per plant of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant.**  
 1/( ); Index

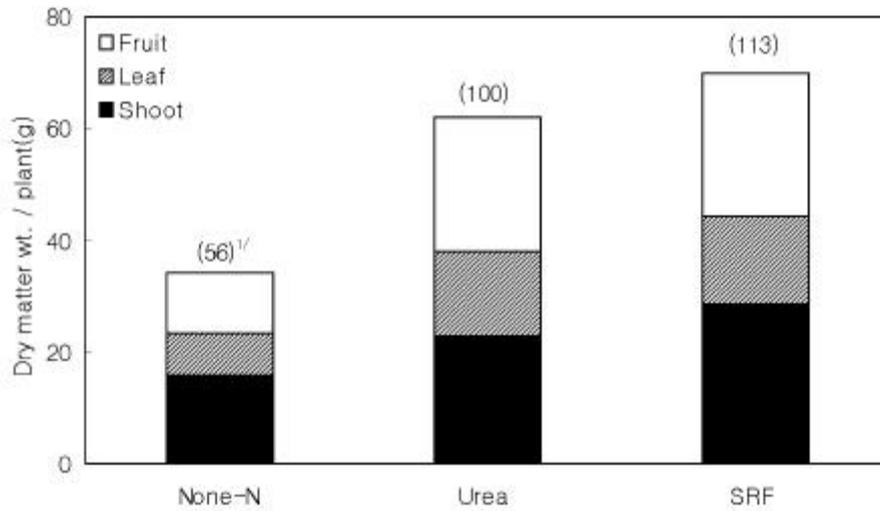


Fig. 15. Dry matter weight per plant of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant.

1/( ); Index

. 收量 收量構成要素

果長, 果徑, 個體當果實數, 熟果重 18 緩效性肥料區

尿素區間 統計的 有意性 , 緩效性肥料區 果長

. 緩效性肥料區 果徑 熟果數가

尿素區 1果當 熟果重 가 熟果重 10g/pot

Table 18. Yield and yield components of red pepper.

Treatment	Fruit length (cm)	Fruit diameter (mm)	No. of fruits /plant	Fruit fresh wt.	
				(g/fruit)	(g/pot)
None-N	8.5 ns	17.88 ns	28.3 b	9.27 ns	261.5 b1/
Urea(control)	8.7	18.16	46.0 a	9.31	428.4 a
SRF	8.9	18.14	43.5 a	9.28	417.7 a

1/ ; The same as in Table 17.

. 定植後 50 收穫期 植物體中 無機成分 含量  
 定植後 50 植物體中 無機成分 含量 19 緩效性肥  
 料區가 尿素區 加里 含量 養分 含量 .

Table 19. Chemical components in the whole plant of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper (SRF) at 50days after transplant.

Treatment	T-N	P%05	K%0	Ca0	Ng0
	-----	-----	-- % --	-----	-----
None-N	1.99	0.93	5.15	1.04	0.48
Urea(control)	2.16	0.81	5.43	1.03	0.55
SRF	2.18	0.71	5.49	0.85	0.48

收穫期 果實 莖葉 無機成分 含量 20 果實  
 緩效性肥料區가 尿素區 磷酸, 加里, 石灰 含量 室

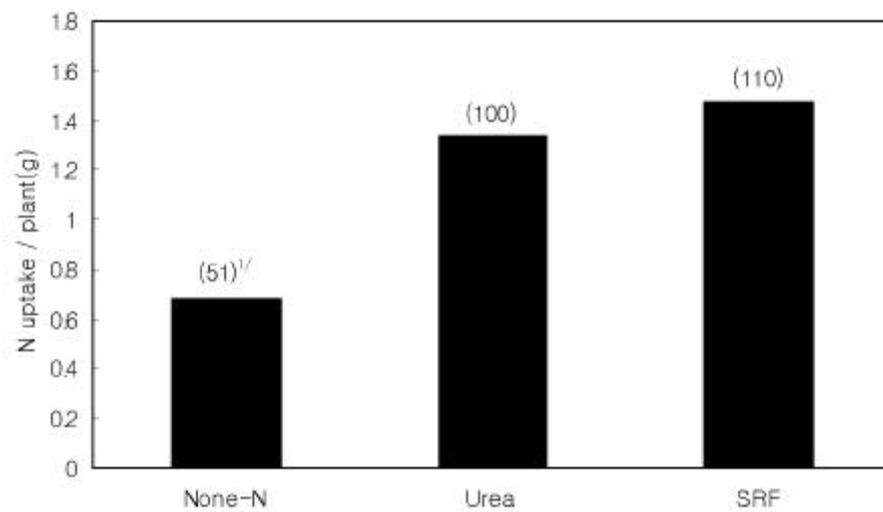
素 含量 , 苦土 含量 . 莖葉 磷酸 加  
 里 含量 養分 含量 . 緩效性肥料  
 (試製品) 初期 窒素溶出量 後期  
 作物( , ) 生育期間  
 가 植物體中 全窒素含量 定植 後 50 , 收  
 穫期

**Table 20. Chemical components in the fruit and shoot of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.**

Treatment	Fruit					Shoot				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	----	----	- % -	----	----	----	----	- % -	----	----
None-N	1.03	1.11	3.83	0.32	0.35	0.83	0.82	5.07	1.04	0.52
Urea(control)	2.18	0.97	3.97	0.32	0.35	1.12	0.46	4.97	1.30	0.65
SRF	2.12	1.03	4.12	0.34	0.35	1.09	0.53	5.04	1.08	0.55

. 定植 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量  
 定植 後 50 收穫期 窒素吸收量 16 17 定植 後  
 50 緩效性肥料區 尿素區間 가 , 收穫期 果實  
 莖葉 窒素吸收量 尿素區가 . 緩效性肥料 窒素溶  
 出速度가 尿素區 基肥 比率 70% 生育  
 初期 緩效性肥料區 尿素區間 窒素吸收量 가 , 收穫  
 期 尿素區 窒素吸收量 尿素區 追肥 窒素

30% 施用 ， 緩效性肥料區 生育後期 窒素成分 持續的  
供給



**Fig. 16. Nitrogen uptake per plant in the whole plant of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing.**

1/( );Index

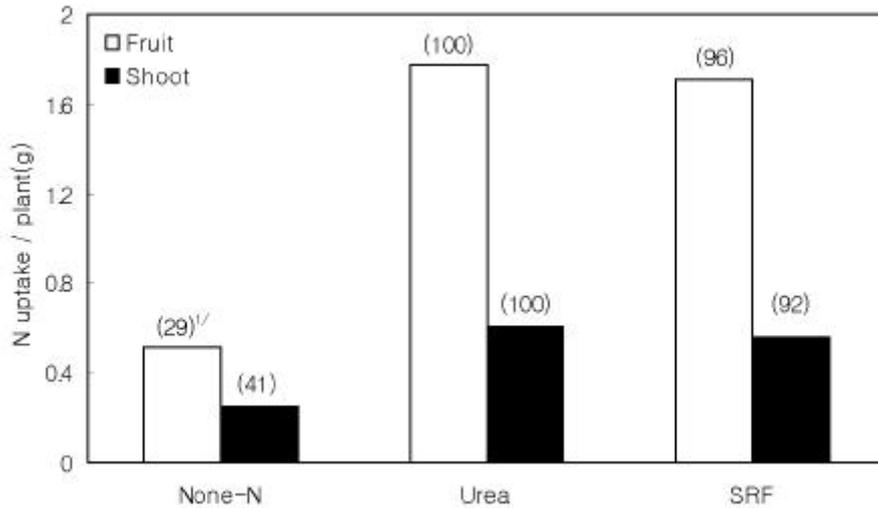


Fig. 17. Nitrogen uptake per plant in the fruit and shoot of red pepper treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.

1/( ); Index

. 收穫期 植物體中 窒素利用率  
 收穫期 植物體中 窒素利用率 21 緩效性肥料區가 34.5%  
 尿素區 37.2% . 緩效性肥料 窒素溶出速度가  
 生育期間 生育後期 窒素가 溶出 尿素區  
 窒素利用率 , 作物 生育期間 生育後期  
 追肥 施用 尿素區 窒素利用率

**Table 21. Nitrogen efficiency of urea and slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.**

Treatment	Nitrogen efficiency (%)
Urea(control)	37.2
SRF	34.5

. 試驗 後 土壤 理化學性

試驗 後 土壤 理化學性 22 緩效性肥料區 pH, 有機物  
 含量 尿素區 , , (K)  
 C. E. C. (Ca, Mg) .

**Table 22. Soil chemical properties treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) after harvest.**

Treatment	pH (1:5)	O. M. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation (cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
None-N	6.1	1.65	0.08	74	6.3	3.41	0.17	0.10
Urea(control)	5.7	1.21	0.08	77	6.6	3.67	0.18	0.09
SRF	5.9	1.54	0.08	77	6.0	3.13	0.15	0.09

4. (Chinese cabbage)

가. 最葉長

最葉長 變化 18 緩效性肥料區 尿素區間  
無窒素區

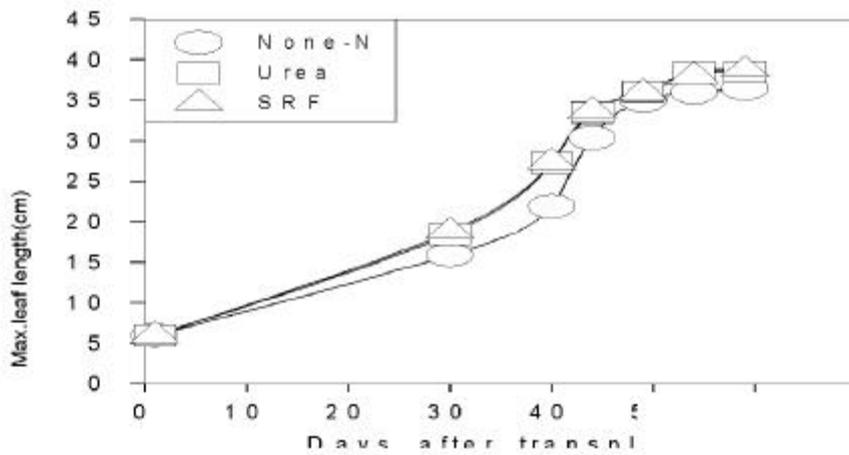


Fig. 18. Changes in maximum leaf length of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).

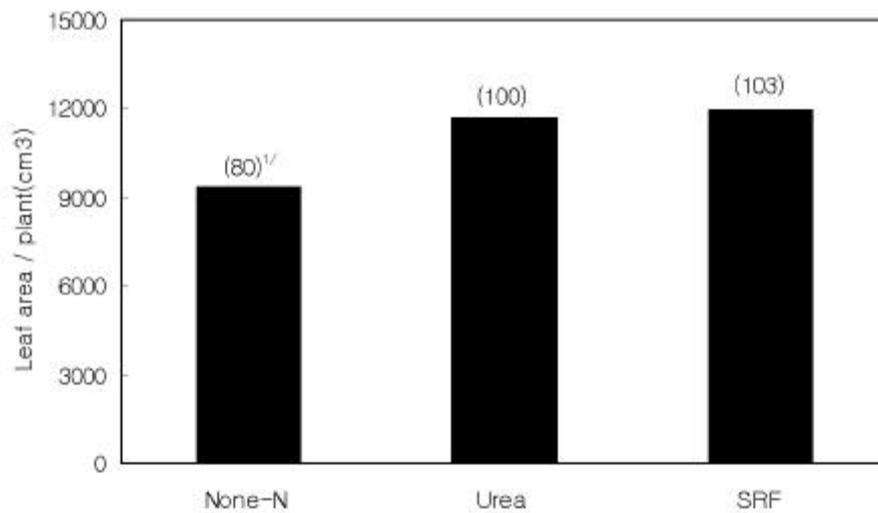
定植 後 40 葉綠素含量 光合成能力  
定植 後 40 測定 葉綠素含量 光合成能力 23 葉  
綠素含量 緩效性肥料區 尿素區間 統計的 有意性  
尿素區 緩效性肥料區가

**Table 23. Total chlorophyll content and photosynthetic activity in the leaves of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 40days after transplant.**

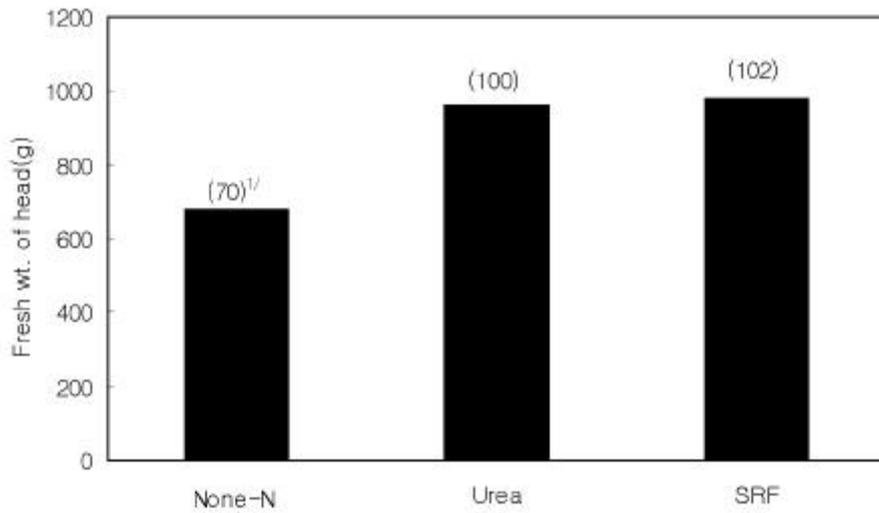
Treatment	Total chlorophyll cont. (ng/g fr. wt.)	Photosynthetic activity (ng CO <sub>2</sub> / dn <sup>2</sup> /hr)
None-N	0.79 b	12.48 ns
Urea(control)	1.03 a	13.10
SRF	1.14 a	14.56

1/: Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by the Duncan's New Multiple Range Test(DMRT).

定植後 50 球 葉面積 生體重  
 定植後 50 球 葉面積 乾物重 19 20 緩效性  
 肥料區 尿素區



**Fig. 19. Leaf area per head of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant. 1/( ); Index**



**Fig. 20. Fresh weight of head of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant.**  
 1/( ); Index

球高, 球幅, 葉數 生體重

球高, 球幅, 葉數 生體重 24 緩效性肥料區 尿素區間

統計的 有意性 . 緩效性肥料區가 球高

, 球幅 葉數가 尿素區 個體當 生體重

Table 24. Length and width of head, number of leaf per head and fresh weight of Chinese cabbage.

Treatment	Head length (cm)	Head width (cm)	No. of leaf /head	Fresh wt. (g/pot)
None-N	24.0 ns <sup>1/</sup>	16.0 ns	44.0 ns	1820 ns
Urea(control)	26.0	17.7	45.3	2217
SRF	25.3	19.0	49.0	2220

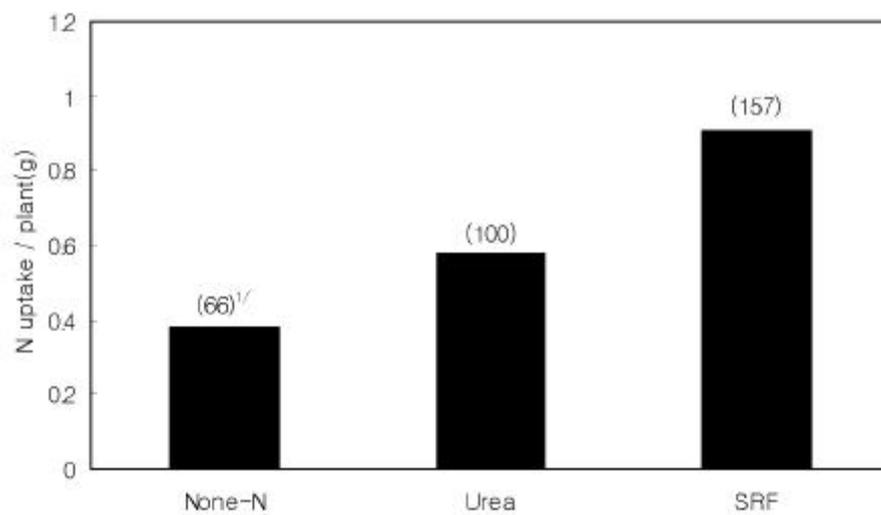
1/ ; The same as in Table 23

. 定植 後 50 收穫期 植物體重 無機成分 含量  
 定植 後 50 收穫期 植物體中 無機成分 含量 25  
 定植 後 50 緩效性肥料區가 尿素區 全窒素, 磷酸 苦土 含量  
 , 加里 石灰 含量 . 收穫期 緩效性肥料區가 尿  
 素區 全窒素, 加里 石灰 養分 含量  
 . 緩效性肥料(試製品) 初期 窒素 溶出量  
 後期 生育期間  
 生育期間 尿素區 植物體中 全窒素含量  
 定植 後 50 收穫期 .

**Table 25. Chemical components in the head of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper (SRF) at 50days after transplant and harvest.**

Treatment	50days after transplant					harvest				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	----	-----	- %-	----	-----	----	-----	- %-	----	-----
None-N	0.60	1.95	11.25	1.04	0.48	1.08	1.76	6.89	1.30	0.55
Urea(control)	0.84	1.69	9.94	1.08	0.58	1.54	1.81	7.80	1.50	0.59
SRF	1.17	1.93	9.07	0.96	0.76	1.71	1.80	8.15	1.64	0.58

. 定植 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量  
 定植 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量 21 22  
 定植 後 50 收穫期 緩效性肥料區が 尿素區 57%, 11%  
 . 緩效性肥料(試製品) 初期 窒素 溶出量  
 後期 , 生育期  
 間 植物體中 全窒素含量 定植 後 50 收穫期



**Fig. 21. Nitrogen uptake per head of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after transplant.**  
 1/( ); Index

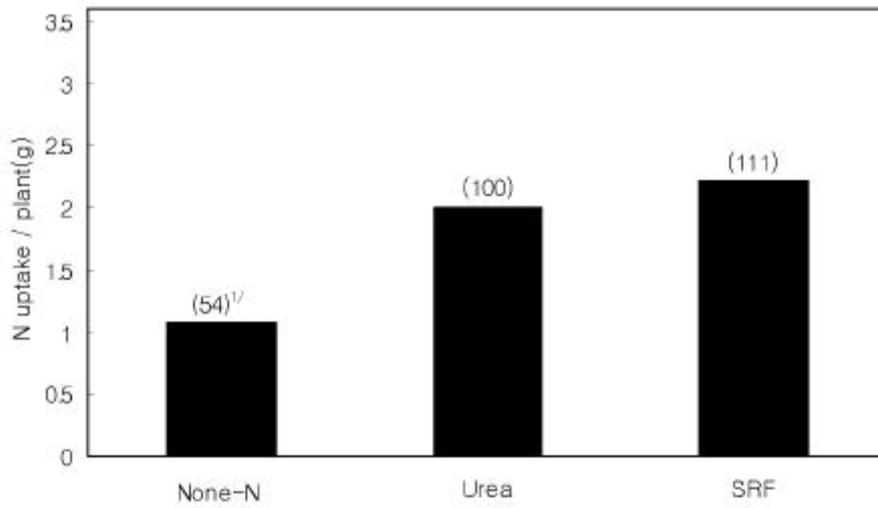


Fig. 22. Nitrogen uptake per head of Chinese cabbage treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest. 1/( ); Index

· 收穫期 植物體中 窒素利用率  
 收穫期 窒素利用率 25 緩效性肥料區가 55.3% 尿素  
 區 42.0% 緩效性肥料  
 窒素가 收穫期 緩效性肥料區 窒素利用率

**Table 26. Nitrogen efficiency of urea and slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.**

Treatment	Nitrogen efficiency (%)
Urea(control)	42.0
SRF	55.3

. 試驗 後 土壤 理化學性

試驗 後 土壤 理化學性 26 緩效性肥料區가 pH, 有機物, C. E. C. (K) 含量 尿素區, 磷酸 置換性 陽 (Ca, Mg) 含量 尿素區 全窒素含量 .

**Table 27. Soil chemical properties treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) after harvest.**

Treatment	pH (1:5)	O. M. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation (cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
None-N	5.8	1.29	0.08	93	6.5	3.13	0.18	0.08
Urea(control)	5.3	1.00	0.08	96	6.0	3.01	0.17	0.07
SRF	5.5	1.16	0.08	87	6.1	2.82	0.15	0.09

5. (Radish)

가. 葉長

葉長 變化                      23                      緩效性肥料區    尿素區間

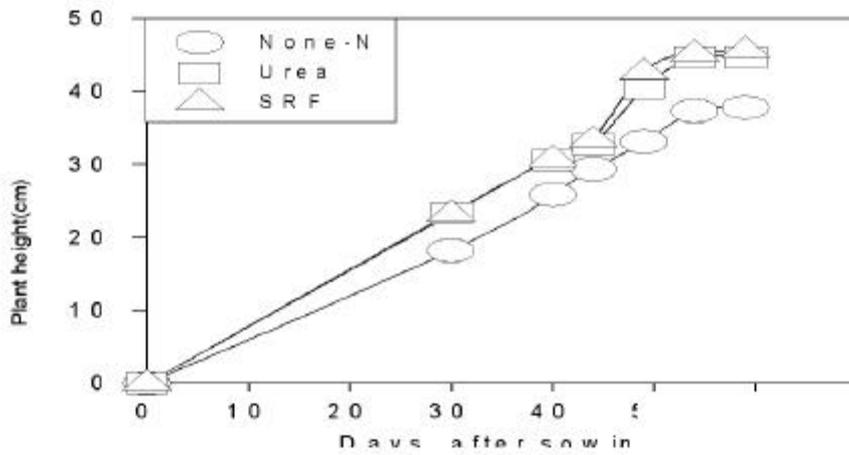


Fig. 23. Changes in plant height of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF).

播種 後 40                      葉綠素含量    光合成能力

播種 後 40                      葉綠素含量    光合成能力                      28                      緩

效性肥料區    尿素區間    葉綠素含量    統計的 有意性                      , 光  
合成能力                      . 緩效性肥料區    尿素區    光合成能力

Table 28. Total chlorophyll content and photosynthetic activity in the leaf treated with slow-released N fertilizer using waste paper (SRF) at 40days after sowing.

Treatment	Total chlorophyll cont. (ng/g fr. wt.)	Photosynthetic activity (ng CO <sub>2</sub> / dn <sup>2</sup> /hr)
None-N	1.11 b	21.02 ns
Urea(control)	1.15 b	21.90
SRF	1.35 a	26.75

1/: Means within a column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by the Duncan's New Multiple Range Test(DMRT).

播種後 50 個體當 葉面積 生體重  
 播種後 50 個體當 葉面積 生體重 24 25 個體  
 當 葉面積 緩效性肥料區 尿素區間 差異不顯著，緩效性肥料區  
 生體重 尿素區 12% .

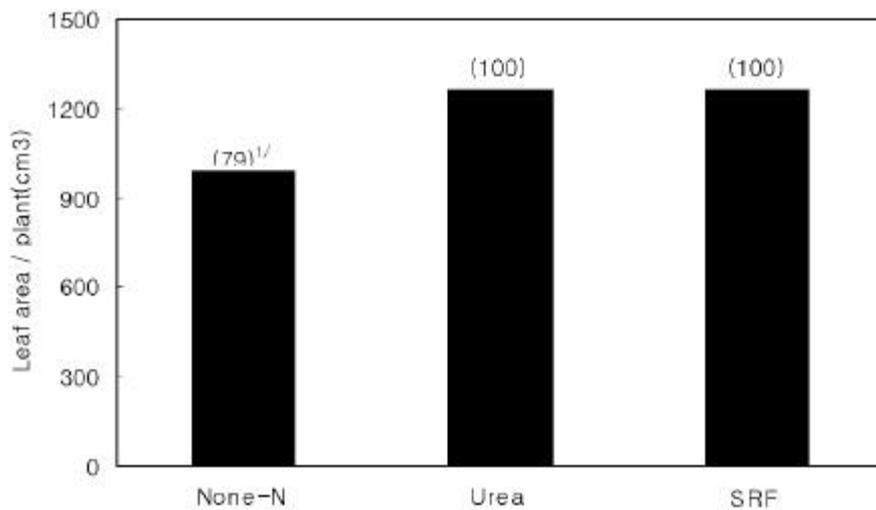


Fig. 24. Leaf area per plant of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing. 1/( ); Index

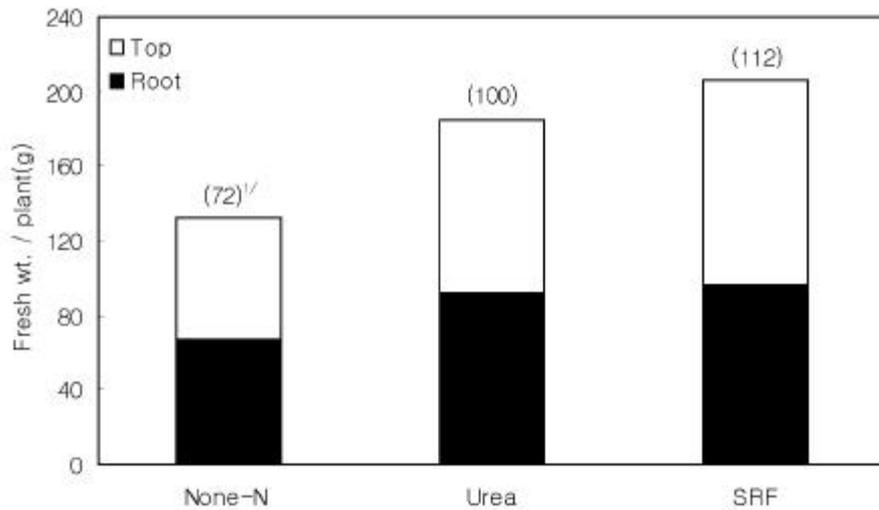


Fig. 25. Fresh weight per plant of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing. 1/( ); Index

收量 收量構成要素  
 葉長, 根長, 根徑, 根 葉 生體重 29 根長, 葉 生體  
 重 緩效性肥料區 尿素區間 統計的 有意性 , 葉長, 根徑,  
 根 生體重 統計的 有意性 . 緩效性肥料區 根長 根  
 徑 根 生體重 .

**Table 29. Leaf length and diameter of root and fresh weight of radish.**

Treatment	Leaf length (cm)	Root length (cm)	Root max. diameter (cm)	Fresh wt. (g/pot)	
				Top	Root
None-N	29.3 b <sup>1/</sup>	8.0 c	6.4 b	69.3 b	579 b
Urea(control)	34.6 a	9.3 a	7.5 a	188.2 a	869 a
SRF	35.6 a	8.6 b	7.2 a	192.5 b	844 a

<sup>1/</sup> ; The same as in Table 28.

. 播種 後 50 收穫期 植物體中 無機成分 含量  
 播種 後 50 收穫期 植物體中 無機成分 含量 30 31  
 播種 後 50 緩效性肥料區가 全窒素 加里 含量 尿素區  
 , 磷酸, 石灰 苦土 含量 尿素區 . 收穫期 地上  
 部 緩效性肥料區 全窒素, 石灰 苦土 含量 尿素區  
 , 加里 含量 尿素區 磷酸 含量 . 地下部  
 緩效性肥料區가 全窒素 加里 含量 尿素區 , 石灰 苦土  
 含量 磷酸 含量 .

**Table 30. Chemical components in the whole plant of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing.**

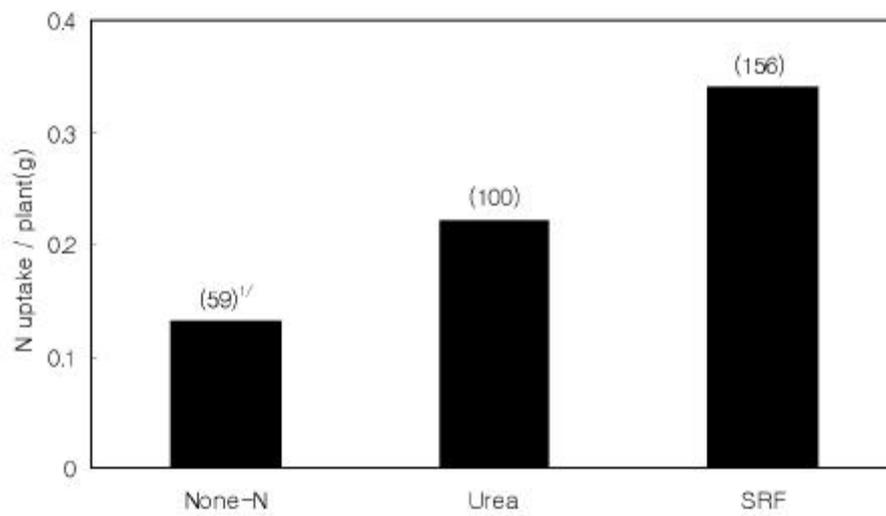
Treatment	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	-----	-----	--- % ---	-----	-----
None-N	0.90	1.58	9.28	0.90	0.34
Urea(control)	1.07	1.87	9.79	1.08	0.42
SRF	1.53	1.73	10.18	0.97	0.37

**Table 31. Chemical components in the top and root of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.**

Treatment	Top					Root				
	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	----	----	- % -	----	----	----	----	- % -	----	----
None-N	1.23	0.95	5.54	1.40	0.99	0.80	1.46	7.18	0.67	0.27
Urea(control)	2.05	1.29	5.50	1.74	1.09	1.32	1.51	7.17	0.74	0.31
SRF	1.72	1.29	6.49	1.63	0.95	1.42	1.51	7.20	0.70	0.27

. 播種 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量  
 播種 後 50 收穫期 植物體中 窒素吸收量 26 27  
 播種 後 50 緩效性肥料區が 尿素區 窒素吸收量 56%  
 收穫期 尿素區 地上部 17% 地下部 6% .  
 緩效性肥料(試製品) 初期 窒素 溶出量 後期

窒素 供給 播種 後 50 緩効性肥料區  
 窒素吸収量 尿素區 收穫期 地下部 窒素吸収量  
 地上部



**Fig. 26. Nitrogen uptake per plant of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at 50days after sowing.**

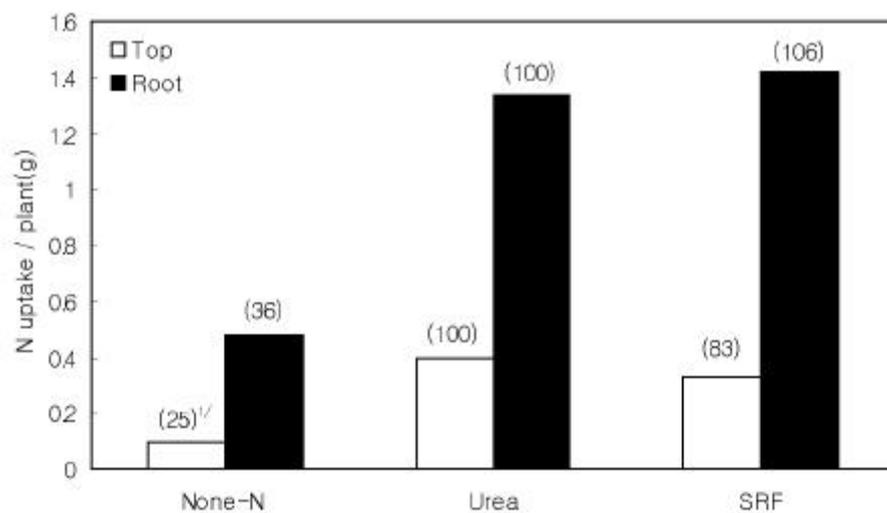


Fig. 27. Nitrogen uptake per plant in the top and root of radish treated with slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.

收獲期 植物體中 窒素利用率  
 收獲期 窒素利用率 32 緩效性肥料區が 31.6% 尿素  
 區 31.4%

Table 32. Nitrogen efficiency of urea and slow-released N fertilizer using waste paper(SRF) at harvest.

Treatment	Nitrogen efficiency (%)
Urea(control)	31.4
SRF	31.6

． 試驗 後 土壤 理化學性

試驗 後 土壤 理化學性 33 緩效性肥料區 pH, 有機  
物, C. E. C., 置換性 陽 (Ca, Mg) 含量 尿素區 , 全室  
素, 磷酸 置換性 (K) 含量 尿素區 .

Table 33. Soil chemical properties treated with slow-released N  
fertilizer using waste paper(SRF) after harvest.

Treatment	pH (1: 5)	O. M. (%)	T-N (%)	Av. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ng/kg)	C. E. C. (cmol/kg)	Ex. cation (cmol/kg)		
						Ca	Mg	K
None-N	6.0	1.56	0.09	75	5.7	3.64	0.20	0.08
Urea(control)	5.5	1.43	0.10	65	5.9	3.45	0.18	0.08
SRF	5.4	1.41	0.10	66	5.5	3.23	0.16	0.08

## 第4節 結論

Pot 風乾土壤 15kg 窒素肥料 磷酸 加里肥料 施用 無  
窒素區(None-N), 窒素肥料 尿素 施用 尿素區(Urea, Control) 窒素  
肥料 廢紙纖維 利用 緩效性肥料(試製品) 施用 緩效性肥料區(SRF)  
一般作物( , ), 果菜類( ), 葉菜類( ), 根菜類( ) 公試  
各作物 生育 收量 收量構成要素, 作物 養分利用率, 土壤  
理化學的 特性變化 調查 實用化 檢討 結果

1. 緩效性肥料(試製品) 水中溶出量 12 60.4%  
溶出量 , 溶出 72 75% 溶出 .

2. 草長( , , ), 最葉長( ) 葉長( ) 緩效性肥料區  
生育初期 尿素區 가 , 生育後期

3. 葉綠素含量 光合成能力 (移秧 後 40 ), (定植 後  
40 ) (播種 後 40 ) 緩效性肥料區 葉綠素含量,  
, , 葉綠素含量 光合成能力 尿素區  
, 光合成能力 尿素區 .

4. 個體當 葉面積 (移秧 後 50 ), (定植 後 50 ),  
(播種 後 50 ) , , 緩效性肥料區 尿素區  
, 尿素區 . 乾物  
重 生體重 緩效性肥料區 尿素區 ,

乾物重 尿素區 .

5. 收量 , , , , 緩效性肥料區 尿素區間  
統計的 有意性 , , , 尿素區 ,  
, .

5. 植物體中 全室素含量 (移秧 後 50 ), (定植 後 50 )  
(播種 後 50 ) 緩效性肥料區가 植物體中 全室素含量 尿素區  
. 收穫期 正租, 種實, 果實, 球,  
根 緩效性肥料區가 尿素區 , 莖葉 尿素區  
.

6. 室素吸收量 (移秧 後 50 ), (定植 後 50 )  
(播種 後 50 ) 緩效性肥料區 室素吸收量 尿素區  
, 收穫期 尿素區 .

7. 室素利用率 , 緩效性肥料區가 尿素區  
, 尿素區 .

8. 試驗 後 土壤中 全室素含量 緩效性肥料區 尿素區  
, , 尿素區 .

## 引用文獻

1. Allan G. G., Ko, Y. C., and Ritzenthaler, P., 1991. Tappi J. 74(3) : 205
2. Blanck, E., Giesecke, F., 1923. : Z. pflanzenernahr, Dung., Bodenk, 2: 393-420.
3. . 1983. ( 1 ).
4. , , . 1986. : 13-16
5. . 1988. . Vol. 21(S. I.) : 119-125.
6. Yoshida, S., D.A. Forno, J.H. Cock, and K. A. Genez. 1972. Laboratory manual for physiological studies of rice(2nd ed.)IRRI, Los Banos, Philippines.