緩效性氮肥對蘆筍之效果

The Effects of Slow-Acting Nitrogenous Fertilizers on Asparagus

徐水泉 顏滄濤 王錦堂 陳富英 *

by

S. C. Hsu, T. T. Yen, C. T. Wang, F. Y. Chen

摘　要

爲檢討如以緩效性氮肥代替尿素，可否減少對白蘆筍之氮肥施用次數及堆肥施用量並比較複合肥料及單質肥料之效果，民國 60 年及 61 年在彰化縣及屏東縣進行田間試驗。據結果顯示，施用Urea-form（UF），Crotonylidene diurea（CDU）裹硫尿素（SCU）等緩效性氮肥時採收期肥可以與春肥或夏肥合併施用，減少施肥次數，亦可以減少堆肥施用量。在此試驗複合肥料及單質肥料之效果差異不顯著。又據室內試驗，UF 之無機化較CDU 爲快，SCU 無機化似較CDU 爲慢。碱性砂質土壤中施用硫酸銨，尿素，UF 時有游離氨之揮散，但施用CDU 時游離氨幾乎不揮散。各種氮肥之氮在土壤中淋溶量次序爲硫酸銨＞尿素＞UF＞CDU＞SCU。

前　言

在台灣省白蘆筍通常栽培於砂質之土壤，在此土壤中肥料要素尤其是氮易於淋溶損失。故氮肥及鉀肥需分多次施用，又需施用多量堆肥，甚費人工，據汪時春氏等[3] 調查，在彰化縣筍農每年施肥多達 16～20 次者佔 50.0％，11～15 次者佔 27.3％，5～10 次者佔 22.7％，平均爲 14.4 次。氮肥以施用尿素者最多，硫酸銨次之。

爲減少氮之淋溶，提高其效果，節省施肥人工並減少堆肥施用量，以緩效性氮肥代替尿素或硫酸銨等速效性氮肥似爲合理而有效之措施。爲證明此觀點，特於民國 60 年及 61 年在彰化縣及屏東縣進行田間試驗並在實驗室內比較硫酸銨，尿素及三種緩效性氮肥在土壤中氨化速率，游離氨揮散量及氮淋溶量等，藉此檢討以緩效性氮肥施用氮時可否減少施肥次數及堆肥施用量，同時比較複合肥料及單質肥料之效果。

試驗材料及方法

一、田間試驗

㈠肥料

1. Urea-form（UF） 台肥公司製品

該公司化驗結果：全氮 40.8％，冷水不溶性氮 9.5％，熱緩衝液不溶性氮 2.0％，Activity Index 78.9，游離尿素 4.4％。

篩別分析：（＋10mesh）0.1％，（－10～＋20mesh）42.6％，（－20～＋40mesh）32.4

---

* 分別爲台灣省農林廳前副廳長，台灣大學農學院教授，台中區農業改良場荐任技士兼土壤肥料股股長，高雄區農業改良場技佐。

%，（－40～＋60 mesh）9.1%，（－60 mesh）15.8%。

2. Crotonylidene diurea（CDU） 日本チツソ株式會社製品，全氮 30.2%，粒狀，直徑約 2 mm。

3. 裹硫尿素（SCU） 台肥公司製品，全氮 30.7%，粒狀，直徑約 3 mm。

4. 複合肥料 台肥公司製品

（16－8－12）及（20－5－10）

5. 其他尿素，過磷酸鈣，氯化鉀。

㈡試驗地點及土壤性質

第一年（民國 60 年）彰化縣溪州鄉及屏東縣新園鄉各一處，共二處。第二年彰化縣北斗鎮及屏東縣新園鄉各一處，共二處。

試驗地土壤性質如表一：

表一 田間試驗地土壤性質

項目 / 地點	質地	pH	全氮 %	有機物 %	CEC, me/100 g soil
屏東縣新園鄉	壤質砂土	7.9	0.08	0.64	1.7
彰化縣溪州鄉	砂質壤土	8.1	0.17	1.68	3.4
彰化縣北斗鎮	砂質壤土	7.2	0.25	1.87	4.1

㈢試驗設計

肥料處理：

第一年及第二年，三要素（化學肥料）及堆肥施用時期及施用量各如表二及表三：

表二 第一年三要素及堆肥施用時期及施用量（kg/ha）

處理 \ 時期	春肥	採收期肥	夏肥	採收期肥	秋肥	共計
㈠及㈡	8－4－6（1500）	18－3－5	8－2－4	18－2－4	8－4－6（1500）	60－15－25（3000）
㈢及㈣	26－7－11（1500）	—	26－4－8	—	8－4－6（1500）	60－15－25（3000）
㈤及㈥	30－8－5（750）	—	30－6－12	—	8－4－6（750）	68－18－33（1500）

（註）三要素以N，P_2O_5，K_2O 表示，括弧內數字係堆肥施用量。

處理㈠：慣行施肥法（尿素，過磷酸鈣，氯化鉀）

處理㈡：慣行施肥法（複合肥料及單質肥料）

處理㈢：春肥及夏肥之氮 26 公斤中，8公斤以尿素施用，其餘 18 公斤以UF 施用。採收期肥與春肥或夏肥合併施用，採收期間不施肥。

處理㈣：以CDU 代替UF，其他與處理㈢相同。

處理㈤：春肥及夏肥之氮 30 公斤中 8公斤以尿素施用，其餘 22 公斤以UF 施用。採收期肥與春肥或夏肥合併施用。採收期間不施肥。

處理㈥：以CDU代替UF，其他與處理㈤相同。

（註）處理㈤及㈥三要素施用量較其他處理爲多。此係因減施堆肥 1500 公斤（其三要素含量估計 8－3－8公斤），其三要素以化學肥料補充。各處理三要素全施用量（包括堆肥中三要素）估計爲 76－21－41公斤/10公畝。

表三 第二年三要素施用時期及施用量（kg/10a）

處理 \ 時期	春肥	採收期肥	夏肥	採收期肥	秋肥	共計
㈠	8－4－6	18－3－5	8－2－4	18－2－4	8－4－6	60－15－25
㈣	8－4－6	8－3－5	8－2－4	8－2－4	8－4－6	40－15－25
㈡及㈢	26－7－11	——	26－4－8	——	8－4－6	60－15－25
㈤及㈥	16－7－11	——	16－4－8	——	8－4－6	40－15－25

（註）三要素以N，P_2O_5，K_2O 表示。各處理皆施堆肥 3000 kg/10a。

處理㈠及㈣：慣行施肥法（尿素，過磷酸鈣，氯化鉀），但氮施用量不同，各爲 60 及 40kg/10a

處理㈡及㈤：氮以UF 施用，採收期肥與春肥或夏肥合併施用，採收期間不施肥，氮施用量各爲 60 及 40kg/10a。

處理㈢及㈥：氮以SCU 施用，其他各與處理㈡及㈤相同。

第一年及第二年各處理各重複五次。各小區設一畦，畦長 10m，畦寬 1.5m，株間 0.5m。

蘆筍品種：美麗華盛頓。

二、室內試驗

㈠氮肥之氨化及游離氨揮散

取試驗地土壤 30g放於 125ml 三角瓶內，加入各種氮肥（氮 30mg）及水 6 ml，各瓶內放置盛有硼酸溶液之小試管，使吸收游離氨，將瓶口封閉後在 30°C 保溫 30 天，每五天定量土壤中氨態氮及硼酸溶液所吸收之游離氨。

㈡氮之淋溶

將土壤 2 公斤裝入 2 公升之吊瓶（內徑 11cm，高 27cm）內，加入水 1 公升放置三天後排水，撒施各種氮肥（氮 500mg）於土面，再以土壤 400g 覆蓋。各處理二重複。每隔二天灌水 100ml，採取淋溶液。46 天灌水量共 1600ml。每週定量淋溶液中氨態氮，硝酸態氮及全氮。全氮量及無機態氮量之差視爲有機態氮。

試驗結果與討論

一、室內試驗結果

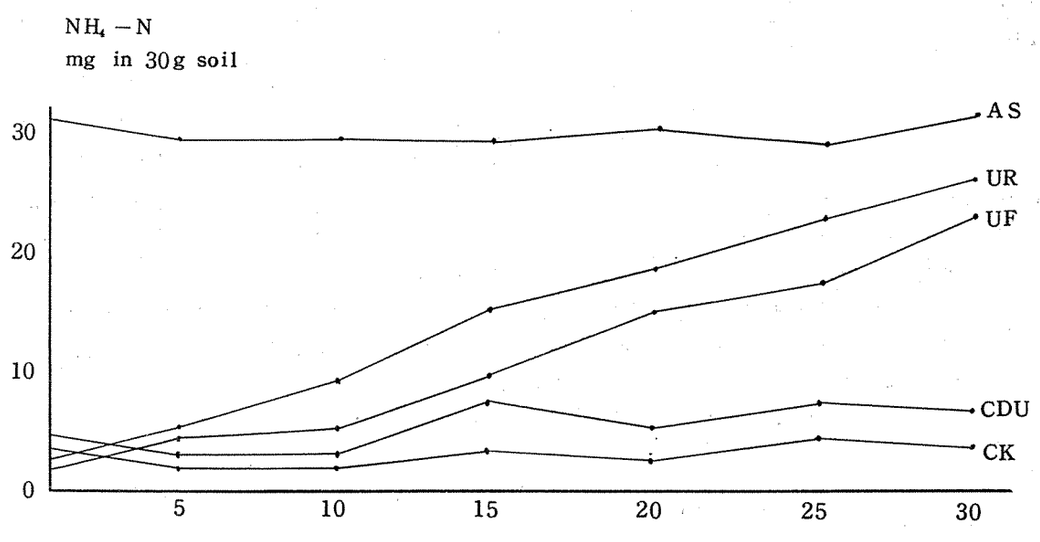
㈠氮肥之氨化及游離氨之揮散

彰化縣溪州鄉及屏東縣新園鄉土壤中加入硫酸銨，尿素，UF 及CDU 後，氨態氮含量變化如圖一及圖二。在此兩種土壤中氨態氮含量變化大約相同，由圖可推測尿素之氨化最迅速，UF 次之，CDU 最緩慢。此與江景村氏[9]研究結果相同。土壤中有機物含量低且在嫌氣性條件下保溫，因此施用硫酸銨時，土壤中氨態氮含量幾乎不變化。

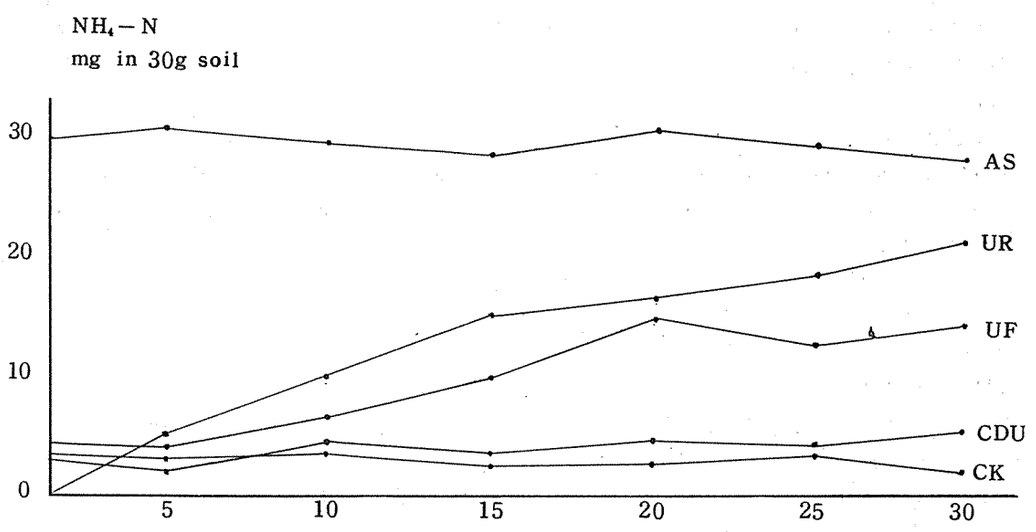
因土壤爲碱性，砂質，施用硫酸銨，尿素，UF 時均有游離氨之揮散。屏東縣新園鄉土壤中揮散量似乎較多。施用CDU 時，因其氨化作用緩慢，游離氨幾乎不揮散。

保溫期間 30 天中游離氨揮散量（mg）如下：

土壤＼肥料	未施氮	硫酸銨	尿素	UF	CDU
彰化縣溪州鄉	微量	1.8	1.9	2.1	微量
屏東縣新園鄉	微量	1.5	2.9	3.1	微量



圖一. 土壤中銨態氮含量變化（彰化縣溪州鄉）



圖二 土壤中銨態氮含量變化（屏東縣新園鄉）

㈡氮之淋溶

屏東縣新園鄉土壤中加入各種氮肥後灌水時氮之淋溶量如表四。因土壤爲砂質，pH 值較高適於硝化作用之進行且因未種植植物，氮之淋溶量甚多。其淋溶量之次序爲硫酸銨＞尿素＞ＵＦ＞ＣＤＵ＞ＳＣＵ。尿素以硫黃包裹時氮淋溶量顯著減少。施用ＣＤＵ時無機態氮淋溶量比ＳＣＵ多而比ＵＦ少，由此可以判斷ＣＤＵ無機化比ＳＣＵ迅速，但比ＵＦ緩慢。江景村氏[2] 曾經比較水田狀態土壤中硫酸銨，尿素，ＣＤＵ，ＵＦ，ＩＢ之氮淋溶量，亦發現施用ＵＦ時氮淋溶量較ＣＤＵ爲多，但因土壤爲水田狀態，淋溶液中硝酸態氮甚少，大部份爲氨態氮及尿素態氮。

表四 氮淋溶量（mg）

氮＼肥	未施氮	SCU	CDU	UF	尿素	硫酸銨
硝酸態	46.0	103.2	150.1	250.1	152.0	216.3
氨態	0.9	8.7	2.6	64.8	112.1	193.3
（無機態）	（46.9）	（111.9）	（152.7）	（314.9）	（264.1）	（409.6）
有機態	6.9	7.9	58.5	3.7	96.4	3.6
全量	53.8	119.8	211.2	318.6	360.5	413.2
（全量）－（53.8）	—	66.0	157.4	264.8	306.7	359.4
淋溶百分比	—	13.2	31.5	53.0	61.3	71.9

（註）淋溶百分比=〔（全量）－（53.8）〕÷500×100

二、田間試驗結果

第一年（民國 60 年）彰化及屏東兩地區田間試驗結果如表五之一，五之二，六之一及六之二。統計結果各處理區之嫩筍全產量，各級嫩筍產量，各級嫩筍每支平均重量之差異不顯著。此表示如以ＵＦ，ＣＤＵ 代替部份尿素，減少堆肥施用量並將採收期肥與春肥或夏肥合併施用，對嫩筍產量，等級之影響甚微。關於複合肥料部份，據李玉寶氏[4] 在花蓮地區複合肥料（20－5－30）之效果較單質肥料爲高，但在此試驗兩種肥料之效果幾乎相同。

表五之一 第一年田間試驗結果（嫩筍產量 kg/10a）（彰化縣溪州鄉）

處理	採收期別		共計	級別		
	春季	秋季	（指數）	一級	二級	三級
㈠	482（69）%	218（31）%	700（100）	275（39）%	341（49）%	84（12）%
㈡	451（66）	233（34）	684（98）	265（39）	338（49）	81（12）
㈢	460（67）	230（33）	690（99）	239（35）	372（54）	79（11）
㈣	490（70）	213（30）	703（100）	261（37）	353（50）	89（13）
㈤	473（68）	225（32）	698（100）	243（35）	371（53）	84（12）
㈥	487（68）	232（32）	719（103）	249（35）	368（51）	102（14）

（註）五重複平均。春季；四月下旬→六月下旬，秋季：八月上旬→九月中旬。統計結果，各處理區嫩筍產量差異不顯著。

表五之二　第一年田間試驗結果（嫩筍支數及每支平均重量）（彰化縣溪州鄉）

處理	級別支數（支/10a）			共計（指數）	每支平均重量（g）		
	一級	二級	三級		一級	二級	三級
(一)	9738（21）%	23612（51）%	12940（28）%	46290（100）	28.2	14.4	6.5
(二)	9872（21）	25013（53）	12340（26）	47225（102）	26.8	13.5	6.6
(三)	8471（18）	25546（55）	12073（26）	46090（100）	28.2	14.6	6.5
(四)	9205（20）	24212（52）	13473（29）	46890（101）	28.4	14.6	6.6
(五)	8934（19）	24346（53）	12740（28）	46024（ 99）	27.2	15.2	6.6
(六)	9005（18）	25413（52）	14474（30）	48892（106）	27.7	14.5	7.0

表六之一　第一年田間試驗結果（嫩筍產量 kg/10a）（屏東縣新園鄉）

處理	採收期別		共計（指數）	級別	
	春季	秋季		一級	級外
(一)	1342（80）%	346（20）%	1688（100）	1669（99）%	19（1）%
(二)	1412（80）	349（20）	1761（104）	1738（99）	23（1）
(三)	1396（80）	352（20）	1748（104）	1729（99）	19（1）
(四)	1341（79）	347（21）	1688（100）	1666（99）	22（1）
(五)	1368（80）	348（20）	1716（102）	1696（99）	20（1）
(六)	1360（79）	355（21）	1715（102）	1693（99）	22（1）

（註）五重複平均，春季：四月三日→六月廿日，秋季：八月十九日→十月廿九日。統計結果，各處理區嫩筍產量差異不顯著。

表六之二　第一年田間試驗結果（嫩筍支數及每支平均重量）（屏東縣新園鄉）

處理	級別支數（支/10a）		共計（指數）	每支平均重量（g）	
	一級	級外		一級	級外
(一)	65270（97）%	2200（3）%	67740（100）	25.6	8.6
(二)	67137（97）	2266（3）	69403（102）	25.9	10.1
(三)	67270（97）	2333（3）	69603（103）	25.7	8.1
(四)	65670（96）	2400（4）	68070（100）	25.4	9.2
(五)	66736（97）	2400（3）	69136（102）	25.4	8.3
(六)	66870（96）	2667（4）	69537（103）	25.3	8.2

由緩效性氮肥之特性觀之，因其氮淋溶量較少，在砂質土壤中其肥效應優於尿素，但第一年試驗中兩者之效果差異不顯著。此係施用堆肥 1500 或 3000 公斤後每十公畝施氮量已達 60 公斤，對蘆筍而言可能超過適量之故。因此第二年（民國 61 年）再以每十公畝 40 公斤及 60 公斤氮之水準下比較尿素及緩效性氮肥（UF，SCU）之效果。其結果如表七之一，七之二，八之一及八之二。統計結果，各處理區嫩筍全產量，各級嫩筍產量，各級嫩筍每支平均重量之差異仍然不顯著。換言之，無論施用尿素或緩效性氮肥，每十公畝 40 公斤之氮施用量對蘆筍已足夠。但氮以緩效性氮肥施用時，（第二年試驗緩效性肥料處理未施用一部份尿素）嫩筍產量有減少之趨勢。其中在屏東縣新園鄉 SCU 肥效似較 UF 爲高。

表七之一　第二年田間試驗結果（嫩筍產量 kg/10a）（彰化縣北斗鎮）

處理 Nkg/10a	採收期別		共計（指數）	級別		
	春季	秋季		一級	二級	三級
(一) UR 60	423（76）%	133（24）%	556（100）	295（53）%	168（30）%	93（17）
(二) UF 60	434（77）	130（23）	564（101）	308（55）	173（31）	83（15）
(三) SCU60	413（79）	110（21）	523（ 94）	282（54）	162（31）	79（15）
(四) UR 40	423（79）	113（21）	536（ 96）	279（52）	164（31）	93（17）
(五) UF 40	404（79）	108（21）	512（ 92）	268（52）	160（31）	84（16）
(六) SCU40	415（78）	117（22）	532（ 96）	288（54）	161（30）	83（16）

（註）五重複平均。春季：五月上旬→六月中旬，秋季：八月→十月下旬。統計結果，各處理區嫩筍產量差異不顯著。

表七之二　第二年田間試驗結果（嫩筍支數及每支平均重量）（彰化縣北斗鎮）

處理	級別支數（支／10a）			共計（指數）	每支平均重量（g）		
	一級	二級	三級		一級	二級	三級
(一)	10220（36）%	9452（33）%	8601（30）%	28273（100）	28.9	17.8	10.8
(二)	11393（38）	9719（32）	9152（30）	30264（107）	27.0	17.8	9.1
(三)	9886（36）	9269（34）	8417（31）	27572（ 98）	28.5	17.5	9.4
(四)	10187（37）	9118（33）	8066（29）	27371（ 97）	27.4	18.0	11.5
(五)	9536（34）	9152（33）	9436（34）	28124（ 99）	28.1	17.5	8.9
(六)	10267（36）	9018（31）	9519（33）	28804（102）	28.1	17.9	8.7

據澤田氏[8]，在德國蘆筍之三要素（$N-P_2O_5-K_2O$）施用量（kg／ha）爲 260－220－400，在美國（23～170）－（45～225）－（23～270），又在日本北海道，預期產量爲 6000～7000kg／ha 時，施用堆肥 20,000～40,000 kg／ha 外，三要素標準施用量爲 185－112－150[8] 或（180～240）－（100～200）－（100～200）[1]。本省農林廳之蘆筍施肥推荐量（堆肥 3 萬公斤以外），在壤土，坋質壤土，細砂壤土爲（450～600）－（60～120）－（150～300）kg／ha，假如土壤爲壤質砂土，砂土，粗砂壤土，氮施用量需增加到（600～1000）kg／ha[6]。據汪時春氏等[3] 彰化

表八之一　第二年田間試驗結果（嫩筍產量 kg／10a ）（屏東縣新園鄉）

處理 (N kg/10a)	採收期別 春季	採收期別 夏季	共計（指數）	級別 一級	級別 級外
	%	%		%	%
㈠ UR 60	765（73）	278（27）	1043（100）	999（96）	44（4）
㈡ UF 60	735（76）	235（24）	970（ 93）	930（96）	40（4）
㈢SCU 60	736（74）	261（26）	997（ 96）	953（96）	44（4）
㈣ UR 40	784（73）	297（27）	1081（104）	1032（96）	49（4）
㈤ UF 40	727（74）	257（26）	984（ 94）	938（95）	46（5）
㈥SCU 40	794（72）	303（28）	1097（105）	1048（96）	49（4）

（註）五重複平均。春季：四月→六月，夏季：七月→十月

統計結果，各處理區嫩筍產量差異不顯著。

表八之二　第二年田間試驗結果（嫩筍支數及每支平均重量）（屏東縣新園鄉）

處理	級別支數（支／10a） 一級	級別支數（支／10a） 級外	共計（指數）	每支平均重量（g） 一級	每支平均重量（g） 級外
	%	%			
㈠	50267（90）	5360（10）	55627（100）	19.9	8.2
㈡	48200（92）	4490（ 8）	52690（ 95）	19.3	8.9
㈢	49133（89）	5947（11）	55080（ 99）	19.4	7.4
㈣	51166（90）	5720（10）	56886（102）	20.2	8.6
㈤	48933（89）	5933（11）	54866（ 99）	19.2	7.8
㈥	54133（90）	5800（10）	59933（108）	19.4	8.4

縣筍農之實際施用量平均爲 970.3－216.0－240.0 kg／ha ，三要素比率 9.0：2.0：2.2 。本省氮施用量超出歐美，日本施用量甚多，本省施用量爲日本施用量之 2～5 倍，但本省嫩筍產量每公頃 2040 公斤（花蓮縣）～ 9967 公斤（屏東縣），全省平均 6419 公斤[7]，與日本北海道產量略同。由此可知在本省氮肥對嫩筍生產效率甚低。此似與栽植方式，土壤，氣候狀況有關。但是否另有原因值得加以研究，洪立氏[5] 曾指出本省對蘆筍之施肥量遠超過美國加州甚多並有趨於浪費之嫌。最近蘇楠榮氏[10]亦認爲屏東地區部份農家對水稻有施用過多之氮及鉀之趨勢。在能源日益嚴重情況下，爲糾正氮肥之浪費實有在各地區繼續進行蘆筍施肥適量，施肥法及各項示範試驗之必要。

誌　謝

本試驗經費承蒙蘆筍栽培技術小組補助。試驗使用之緩效性氮肥及複合肥料承台灣肥料股份有限公司及該公司江景村博士贈送。謹此一併致謝。

引用文獻

(1)張佩玉譯　民國 62 年 日本蘆筍栽培技術之新趨勢及其生產上之問題．中國園藝　19（3）163－168
(2)江景村等　民國 61 年　緩效性及速效性氮肥在水田狀態土壤中淋溶損失　台肥公司研究專報　第 40 號
(3)汪時春等　民國 56 年　彰化縣蔬菜施肥實況調查報告　台肥公司研究專報　第 27 號
(4)李玉寶　民國 62 年　蘆筍複合肥料施用量試驗（第三年）62 年度蘆筍栽培試驗報告（新竹區農業改良場編）
(5)洪立　民國 62 年　台灣蘆筍生產之問題　中國園藝 19（2）53－61
(6)農林廳　民國 60 年　土壤肥料試驗報告　187
(7)農林廳　民國 64 年　台灣省農業年報　第一輯綜合統計 199
(8)澤田英吉　昭和 37 年　アスパラガス　誠文堂新光社（東京）172
(9)Chiang, C. T. 1970 Decomposition and nitrogen transformation of slow-acting nitrogenous fertilizers in soils. Soils and Fertilizers in Taiwan (Published by The Society of Soil Scientists and Fertilizer Technologists of Taiwan) 21－47
(10) Su, N. R. 1975 Fertilizer applications to rice in Taiwan. Extension Bulletin No. 60 (Published by Food and Fertilizer Technology Center, Taipei)

Summary

The results of field trials on the effects of slow-acting nitrogenous fertilizers on asparagus showed that by replacing urea, a conventional nitrogenous fertilizer, with urea-formaldehyde condensate (UF), crotonylidene diurea (CDU) or sulfur coated urea (SCU) the frequency of fertilizer application and the rate of compost application might be reduced without affecting the yield of asparagus spears significantly. The rates of mineralization of the above mentioned nitrogenous fertilizers might be ranked as urea > UF > CDU > SCU. When ammonium sulfate, urea and UF were applied to alkaline sandy soils the volatilization of free ammonia was observed, but not when CDU was applied. When various nitrogenous fertilizers were applied to the soils the leaching loss of nitrogen decreased in the order of ammonium sulfate > urea > UF > CDU > SCU. The leaching loss of nitrogen of urea decreased by sulfur coating remarkably.