氮鉀肥分施法對稻谷產量及農藝性狀之影響[1]

邱善美　鄧耀宗　黃眞生　許東暉[2]

一、前　言

稻之肥培管理法，近數年來由於試驗研究之成果，已漸自慣用的，僅注意稻生育前期之施肥作業，進而實行肥料分施，注重後期生育的肥培管理，對稻穀增產獲至顯著之效益。稻後期之施肥功效，在1948年松尾氏即認爲在稻幼穗形成營施用氮肥，可以增加一穗粒數，穗數及光合能力，併改善稻生殖生長期之營養。1958年松島氏稱：水稻在抽穗期，稻稈含氮量在 1.3%以下時，施用齊穗肥有效，在1.3%以上時則無效（3）。

關於肥料分施之效果，就本省言，文獻很多，據張（1964）、蔡（1964）、邱（1967）及各農業改良場歷年來試驗所獲結果，先後均認爲稻之肥料分施，確較本省慣用法爲優。稻穀產量因肥料之分施而增加，其原因爲有效穗數之確保，結實率之增加，一穗粒數增加等所賜。但磷肥分施效果不明顯。至於鉀肥之施用法，盛（1964）以氯化鉀分每公頃40與80公斤二種，各分一次至四次施用，以不施鉀肥爲對照，在五地區作水稻鉀肥施用期試驗，結果認爲在施用同量鉀肥時，分次施用各處理間，雖無顯著的差異，但分施次數多者有偏優之趨勢，且不論次數多少均較一次施用者爲優。馮（1964）以臺南5號爲材料作鉀肥施用期試驗，結果認爲鉀肥分三次配合稻營養上各時期需要施用時，比無鉀區增收15.3%，或617公斤／公頃之稻穀，如鉀肥做基肥一次施用，僅增加4.6%之穀量，而以抽穗前50天施用之鉀肥對增產最重要。

近年來松島氏，以無氮肥培養之秧苗，植於不同之施肥期試驗中，顯示在抽穗前32—33天多施氮肥者，充實粒百分比最低，離此點愈遠，充實粒百分比愈高，呈一 V 字型曲線，創 V 字型施肥法，併試行於日本農家，獲農家之信任採用。

綜上觀之，稻之肥料施用，不論爲土壤性質，或稻本身之營養，均以分施爲佳，前後生育期併重，然磷肥作爲基肥施用似已爲定論（8）。

本試驗乃以松島氏在日本農家試驗之V字型施肥方法及參照作者1967年之肥料分施試驗中處理之一項，並用慣用法爲對照，以探求其對稻之產量及其農藝性狀之影響，以供作水稻栽培者之參考。

二、試驗方法及材料

本試驗在臺北農業試驗所農場進行，供試品種爲矮脚尖（V_1）及臺農育61號（以下簡稱農育61號）（V_2）二種不同株型的水稻品種，田間設計爲裂區設計（Split plot design），以肥料施用法爲主試因子，不同品種爲副試因子，計六個處理組合，重複二次，共十二個副區，其中主區面積爲 33.64平方公尺，副區面積爲16.82平方公尺。

肥料處理，氮肥用硫酸銨，磷肥用過磷酸鈣，鉀肥用氯化鉀，公頃施肥量N—P_2O_5—K_2O爲100—40公斤，一、二期作施肥量相同。 V 字型施肥法依據松島氏在日本農家推行之方法行之。分施法則參照第一作者1968年肥料分施試驗，以N、K_2O 依稻發育階段分施， P_2O_5 則全量爲基肥。茲將各處理施肥時期及各要素用量列如表一。

附註：1.試驗報告農試字第五四五號2.臺灣省農業試驗所技士技士技正技佐

表一、施肥期及要素用量

（%總施用量）

生育期	V字型（T_1）			慣用法（T_2）			分施法（T_3）		
	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
基肥	23	100	15	34	100	100	20	100	50
第一次除草	8	—	11	33	—	—	20	—	—
第二次除草	8	—	11	18	—	—	20	—	—
第三次除草	—	—	—	15	—	—	—	—	—
最高分蘖期	—	—	—	—	—	—	—	—	50
劍葉分化期	—	—	33	—	—	—	—	—	—
幼穗分化期	—	—	—	—	—	—	15	—	—
減數分裂期	25	—	15	—	—	—	25	—	—
抽穗期	22	—	15	—	—	—	—	—	—
乳熟期	14	—	—	—	—	—	—	—	—

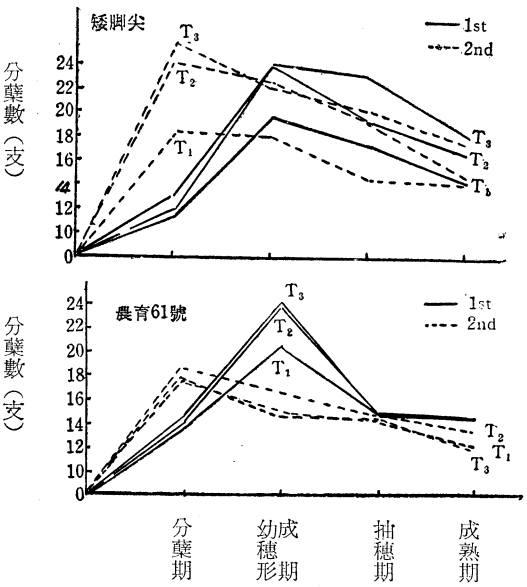
栽培方法，行株距25×20公分，每穴五本苗，田間管理按通常方法，生育期間在分蘖期，幼穗形成期，出穗期及成熟期四個階段分別調查各處理間之分蘖數，葉面積指數及乾物量等之消長趨勢。水稻成熟後每試區收刈 100株，以估計產量，另五株連根挖起，洗淨風乾後，詳細調查各種特性。

三、試驗結果與討論

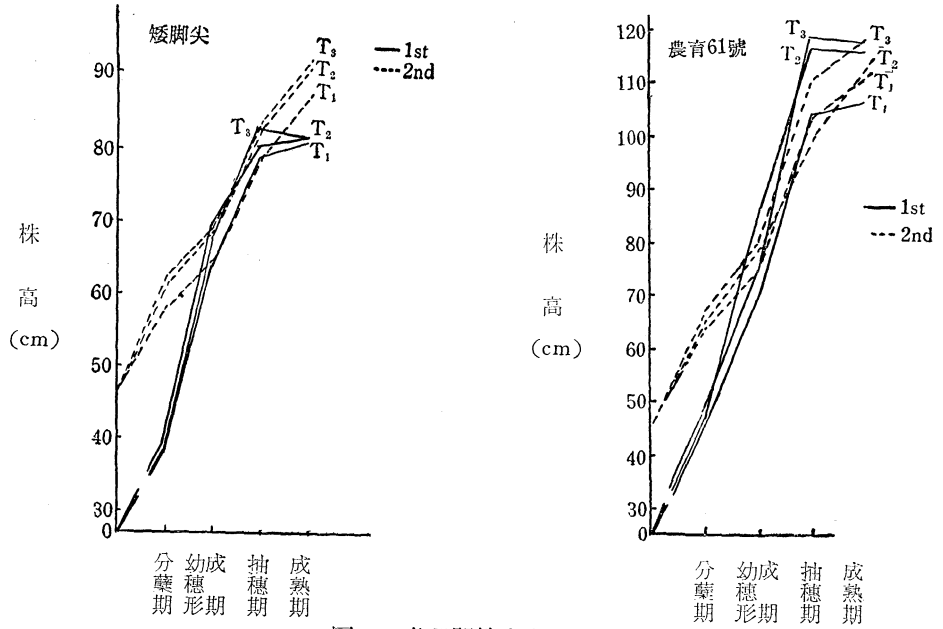
（一）處理間分蘖數，株高及乾物量消長之趨勢：

本試驗以三種不同施肥法，對不同株型稻試驗之結果，第一期作農育61號分蘖始期較矮脚尖爲早，不同施肥法對矮脚尖之分蘖數及穗數之影響較農育61號爲大。肥料分施法較其他二方法可以促進矮脚尖之分蘖，但農育61號則不受不同施肥法之影響，分蘖性頗爲穩定。隨稻生育之增進，至成熟期有效穗數似以肥料分施法處理區之矮脚尖，平均穗數18.2支最高， V 字型之14.1支最少。第二期作生育初期高溫多照，分蘖始期早，處理間分蘖數亦以肥料分施法最多，V字型最少，但差異不如第一期作之明顯。

株高之生長情形，不論一、二期作或品種別，生育前期各處理間之差異小，幼穗形成期至抽穗期間，株高概以肥料分施法最高，次爲慣用法，而 V 字型施肥法之株高最低，此後株高之生長均保持此一趨勢，V字型施肥法區之稻株高始終殿後，至成熟期，農育61號之株高，在 V 字型施肥法之處理區仍低於其他二種方法約10公分左右，但第二期作差異很少。

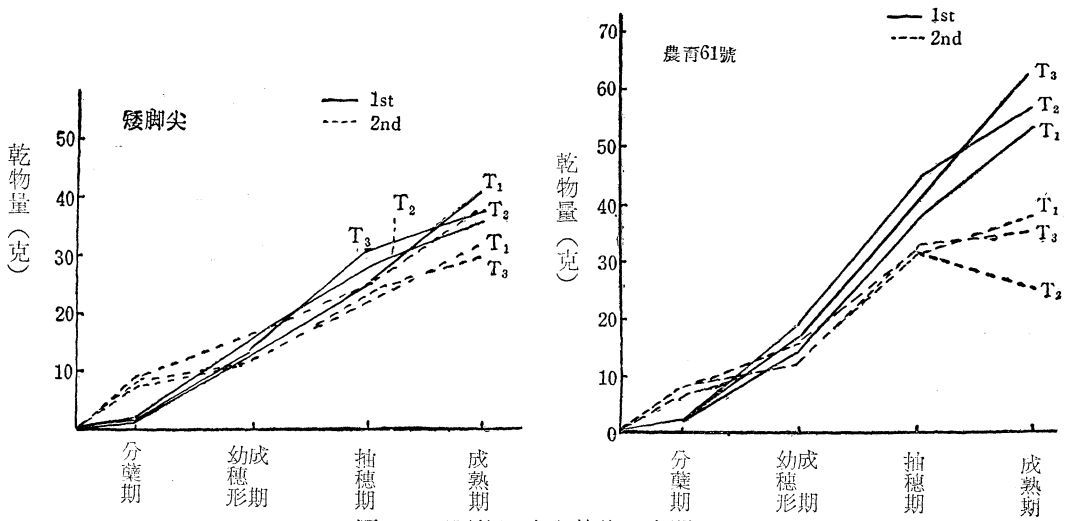


圖一、各處理間分蘖數之消長



圖二、處理間株高之差異

乾物量之變異，隨期作及供試品種而異，成熟期達到最大。農育61號大於矮脚尖，分施法高於慣用法高於 V 字型法。矮脚尖第一期作在抽穗期前，各生長期之乾物量， V 字型施肥法較他二法爲低，但至成熟期反而較高。第二期作，矮脚尖之乾物量自始至終，慣用法均高於其他二法，而農育61號，至成熟期之乾物量以肥料分施法高於 V 字型法，高於慣用法。

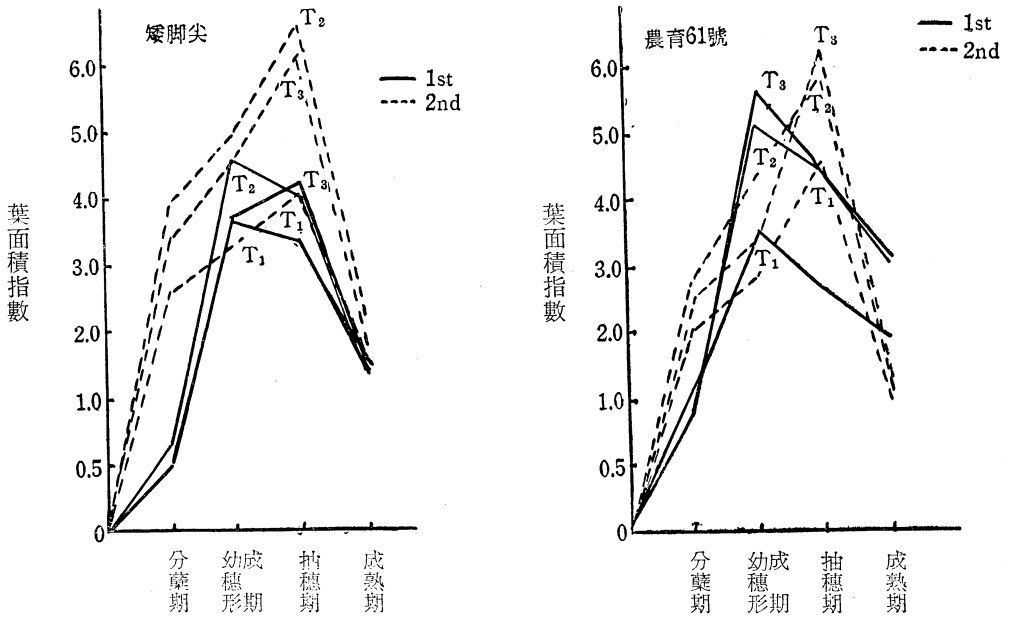


圖三、不同施肥法與乾物量之關係

（二）葉面積指數（LAI）

葉面積指數之調查，在稻全生育期間亦分別在分蘖期，幼穗形成期，抽穗期及成熟期調查之，測定方法爲藍圖晒印法。第一期作分蘖期間氣溫尚低，農育61號的葉面積指數增加較矮脚尖爲快，而處理間的差異不明顯。至幼穗形成期除矮脚尖於分施法區外，其他都已達全生育期葉面積指數之最高峰。其中矮脚尖以慣用法的 LAI 爲最高，其次爲分施法及 V 字型法；農育61號則以分施法的 LAI

爲最高，慣用法次之，而 V 字型法的 LAI 最低。在抽穗期，兩品種均以 V 字型法的 LAI 最低。至成熟期除農育61號之 V 字型法的 LAI 較低之外，處理間的差異不大。就兩品種比較，臺農育61號的 LAI 較矮脚尖爲高。第二期作處理間的 LAI 的變化與第一期作相類似，至成熟期各處理間的差異不明顯，但 LAI 的高峰由第一期作的幼穗形成期移到第二期作的抽穗期。就兩期作 LAI 的變化比較，第一期作的生育期較長，至幼穗形成期已達最高峰，然後緩慢下降；第二期作生育初期氣溫較高，LAI的增加亦快，但至抽穗期方達最高峰，然後急速下降。至成熟期，臺農育61號在第一期作的 LAI 比第二期作高，但矮脚尖兩期作之各處理的 LAI 均爲1.5左右。



圖四　葉面積指數與施肥法之關係

（三）收穫物之調查及分析

A. 稻桿節間長短之調查

各處理間桿長（自地面到穗頸的長度）暨其各節間長度調查結果如表二。矮脚尖無論在第一期作或第二期作，均以慣用法的桿較長，其次分別爲分施法及 V 字型法，其差異以第二期作較爲明顯。農育61號亦以 V 字型法的桿長最短，慣用法與分施法間之差異不大。就各節間長度的調查結果分析，從穗頸至第一節（第一節間）的長度受施肥法的影響不大。第二節間到第五節間之各節間長度，兩品種均以慣用法最長，其次爲分施法， V 字型法的節間最短。若以與倒伏性相關之第四，第五兩節間相加，兩品種均以慣用法最長，其次爲分施法， V 字型法最短。其中尤以農育61號最爲明顯，在第一期作 V 字型法僅 10.93cm 而慣用法則爲 19.66cm ，幾縮短一半節間長度，分施法則介於兩者之間爲 16.38cm 。第二期作慣用法與分施法差異不大，分別爲 15.43cm 及 15.40cm ，但 V 字型法則縮短三分之一，僅 10.49cm。。可見施肥法可用以縮短靠近地面節間之長度，進而減少倒伏的百分率。

表二、不同施肥法對稻品種間節間長度之平均值

期作	處理	品種	節間序 1	2	3	4	5	6	桿長 (cm)
第一期作	V字型	矮脚尖	26.04±1.58	14.80±1.11	9.69±1.84	5.0±1.40	0.93±0.47	—	56.46
		農育61號	35.87±2.75	19.48±16.3	12.53±1.57	8.60±15.5	2.33±1.60	—	78.81
	慣用法	矮脚尖	27.45±2.07	16.0±4.41	11.17±0.90	5.67±1.12	1.10±0.65	—	61.39
		農育61號	35.56±3.25	22.03±2.75	16.75±1.10	13.20±2.24	7.46±1.82	1.78±0.65	96.78
	分施法	矮脚尖	26.92±2.37	15.15±2.05	10.29±2.17	5.16±1.42	1.02±0.73	—	58.54
		農育61號	37.58±2.33	22.22±1.20	14.95±1.57	10.21±2.11	6.17±1.73	0.79±0.51	91.92
第二期作	V字型	矮脚尖	23.35±3.14	12.51±2.53	8.57±2.47	4.26±1.54	1.40±0.67	—	50.09
		農育61號	35.53±4.74	19.59±19.1	14.50±1.48	8.07±1.75	2.42±1.58	—	80.11
	慣用法	矮脚尖	27.40±2.44	16.51±1.48	12.97±2.11	5.04±1.36	1.94±0.98	—	63.86
		農育61號	34.94±3.41	20.44±1.71	15.88±2.19	10.61±2.54	4.82±1.82	1.08±0.65	87.77
	分施法	矮脚尖	26.52±2.37	15.69±2.05	10.83±2.17	5.05±1.42	1.45±0.75	—	59.54
		農育61號	26.87±2.33	21.66±1.20	14.52±1.57	10.11±2.11	5.29±1.75	1.25±0.51	89.70

B. 稻穀產量及其產量構成要素：

稻穀產量的變方分析如表三，該資料顯示品種間的差異無論在第一期作或第二期作都達5%的顯著水準，表示無論在第一期作或第二期作栽培，農育61號的產量均比矮脚尖高。第一期作的肥料處理及品種×處理的交感之F值都未達5%的顯著水準，表示在第一期作的環境下不同施用法對該兩品種的影響不大。但表四顯示 V 字型法下的農育61號，兩重複的產量均很明顯的比慣用法及分施法高。第二期作的肥料處理仍然沒有顯著的差異，但品種與肥料處理的交感達1%的顯著水準，農育61號與矮脚尖兩品種對分施法的反應均比慣用法增產 7%左右；而 V 字型法僅使矮脚尖增產約10%，却使農育 61 號增產33%。 就二期作的產量加以比較， 兩品種各處理的第一期作均比第二期作的產量高。

表三、稻穀產量之變方分析

變異原因	自由度	平方和 第一期作	第二期作	均方 第一期作	第二期作	F值 第一期作	第二期作
區集	1	11907	5333	11907	5333	3.71	6.24
肥料處理	2	96613	308600	48306	154300	15.04	7.01

主區機差	2	6422	44036	3211	22018		
品種	1	621985	942480	621985	942480	15.60*	1488.7**
品種×處理	2	83101	140550	41550	70275	1.04	111.01*
副區機差	3	119642	1899	39881	633		
總計	11	939670	1442898				

表四　各處理之稻穀收量（kg/ka）

品種	肥料處理	第一期作			第二期作		
		I	II	平均	I	II	平均
矮腳尖	V字型法	4532	4042	4287 (100.63)	3402	3246	3324 (109.56)
矮腳尖	慣用法	4196	4324	4260 (100)	2958	3110	3034 (100)
矮腳尖	分施法	4626	3890	4258 (99.95)	3044	3434	3239 (106.76)
農育61	V字型法	5668	5662	5665 (115.90)	5210	4900	5055 (132.85)
農育61	慣用法	4976	4800	4888 (100)	3750	3860	3805 (100)
農育61	分施法	4722	5246	4984 (101.96)	3940	4260	4100 (107.75)

爲進一步瞭解不同施肥法如何影響其產量，再行調查每株穗數、穗長、穗重、一穗粒數、結實率及千粒重等特性如表五。不同肥料處理對農育61號的影響不大，但對矮脚尖則有不同的反應。無論第一、二期作，分施法的每株穗數均最多，其次爲慣用法，V字型法最少。矮脚尖的穗長對不同肥料處理的反應不大，農育61號則以分施法的穗較長，其次爲慣用法，V字型法的穗長最短。穗重方面矮脚尖以慣用法最重，農育61號則以V字型法最重。肥料處理對矮脚尖的平均一穗粒數影響很小，但分施使農育61號的一穗粒數增加，V字型法却使一穗粒數降低。矮脚尖的結實率在各肥法顯著的料處理中的表現很平穩，農育61號却深受肥料處理的影響，V字型法提高了其結實率，分施法却降低了其結實率。V字型法的千粒重，無論品種或期作均爲最重。再就第一期作與第二期作比較，第二期作的一株穗數較少，結實率較低，千粒重較輕。其他特性則無明顯的趨勢。

表五　處理間產量構成因素之調查

期作	處理	品種	每株穗數	穗長 (cm)	穗重 (g)	一穗粒數	結實率	千粒重
第	V字型	矮脚尖	14.10	14.45	1.43	76.00	84.45	20.75
		農育61號	13.90	18.72	2.04	70.28	89.95	29.31

一期作	慣用法	矮脚尖	16.50	15.52	1.64	83.95	83.45	19.26
		農育61號	13.90	20.43	1.91	83.38	77.25	25.68
	分施法	矮脚尖	18.20	15.19	1.36	79.92	83.33	19.09
		農育61號	13.90	20.83	1.82	107.09	66.49	25.74
第二期作	V字型	矮脚尖	13.20	16.67	1.42	78.47	75.47	21.65
		農育61號	12.00	18.24	2.12	88.92	75.98	25.91
	慣用法	矮脚尖	14.85	17.08	1.64	75.58	75.37	21.29
		農育61號	13.10	18.69	1.92	94.63	72.49	24.50
	分施法	矮脚尖	17.45	16.88	1.46	79.67	75.16	21.28
		農育61號	11.90	11.72	1.92	10.51	70.58	24.68

就本試驗結果觀之，矮脚尖爲一半矮性的早熟品種，穗多而短小，平均一穗粒數在80粒左右。該品種在第一期作的環境下，不同施肥法在生育初期對分葉數，葉面積指數等均有影響，至收穫期以對一株穗數影響最大。又該品種不論重視前期肥料（慣用法）後期肥料（V字型法或以分施法行之），對稻穀的產量都沒有顯著的影響。三種不同之施肥法在第二期作的產量均比第一期作差，其中以慣用法減產最多，此可能因前期生育旺盛，葉面積指數高，至後期因光源不足，光合率降低，葉面積指數急速下降，而有明顯的減產。農育61號爲一中熟的蓬萊稻品種，V字型施肥法使其比慣用法在第一、二期作分別增產16%及33%，分施法亦比慣用法增產２%及８%。顯示後期肥料可以使臺農育61號增產。再就產量構成要素分析，不同肥料處理對農育61號的一株穗數影響很小，但粒數、結實率及千粒重則受肥料處理所影響。表示以施肥法來增加類似農育61號之蓬萊稻品種的單位面積穗數，無論在第一期作或第二期作均甚困難，但可增加一穗粒數、結實率，並提高千粒重。本試驗分施法後期施肥時期，如由幼穗分化期移到幼穗形成期，可能更有利於農育61號的增產。

四、摘　要

本試驗係以三種氮鉀施肥法及二種不同之株型稻，作田間試驗，以探討其對稻穀之產量及對農藝性狀之影響。經一年二期作試驗及詳細調查各性狀後，結果摘要如下：

1.不同施肥法對矮脚尖之分蘖數之影響較農育61號爲大，肥料分施可促進矮脚尖之分蘖，V字型法則降低其分蘖數。農育61號則頗爲穩定，受不同施肥法之影響少，第二期作之分蘖數均比第一期作爲少。

2.生育前期之株高，不論期作或處理間差異都很少，至幼穗形成期及抽穗期，概以肥料分施法之株高較高，慣用法次之，V字型法最低。經調查節間之長度結果，以穗下第四、五兩節間的長度差異最爲明顯，兩品種均以慣用法最長，其次爲分施法，V字型法的節間最短。

3.一株平均乾物量，農育61號大於矮脚尖。矮脚尖之乾物量在第一期作抽穗前，V字型法低於他二施肥法，但至成熟期反而較高。農育61號則始終以V字型法最低。第二期作，矮脚尖則以慣用法之平均乾物量最高，肥料分施法最低。農育61號則以V字型法最高，慣用法殿後。

4.葉面積指數，第一期作，除矮脚尖在分施法區於抽穗期顯示高峰外，二品種在各處理區均在幼穗形成期達最高峰。就各品種之處理言，以V字型法最低。第二期作則以抽穗期達最高，但仍以V字型施肥法最低。如以兩期作葉面積指數的變化比較，矮脚尖，第二期作在抽穗期以前均比第一期作高

，抽穗期以後第一期作比第二期作高；農育61號除分蘗期與抽穗期第二期作高於第一期作外，其餘時期第一期作高於第二期作。

5.稻谷產量就品種言，農育61號之產量高於矮脚尖，以處理言，V字型施肥法產量最高，其次爲分施法，慣用法的產量最低。就期作言，第一期作的產量高於第二期作。施肥法對產量的影響，在第二期作較爲明顯，V字型法對農育61號的增產效果比對矮脚尖顯明。

6.矮脚尖之穗數不論爲一、二期作，均以肥料分施法較多，農育61號對不同施肥方法之影響較少。不同施肥法處理對矮脚尖的穗長、穗重、粒數、結實率等影響不大，但V字型法可以提高農育61號的結實率與千粒重。分施法增加了臺農育61號的一穗粒數但降低了其結實率。

五、參考文獻

1.邱再發、黃文艮、李蘭帝 (1962) 臺灣水稻之肥料效應試驗，中華農學會報新第51期 37—46.

2.邱善美 (1968) 水稻肥料分施與稻穀產量之影響，農業研究17：(3)1—6

3.松島省三 水稻多收穫原理之探索，農業及園藝41卷 2 號至 7 號。

4.連深、吳育郎、陳火塗 (1969) 屏東地區第一、二期作水稻之生態與收量之關係，農業研究18：(1) 1—16.

5.W. L. Chang (1964) Response of Rice Variety to Plant Spacing and Nitrogen Fertilization 農業研究 17： (4) 1—17.

6. W. L. Chang. S. C. Yang (1964) Effects of Spilt Application of Fertilizer and Planting Density on Yield Components of Yield and Other Agronomic Characters of Rice (II) 農業研究 13： (4) 19—27.

7.盛澄淵、阮文霖 (1952) 水稻鉀肥施用期試驗，中華農學會報新第45期 41—45.

8.盛澄淵、張魯智 (1953) 臺灣水稻鉀肥連用肥效試驗結果屏東區報告 ， 中華農學會報新46期 1—8.

9.馮明彬、郭國恩 (1965) 水稻之鉀肥施用時期試驗，科學農業 13 (9：10) 286—228.

10. 蔡文福 (1964) 水稻幼穗形成期及後熟期間氮肥需要量之研究，中華農學會報新57期 72—78.

11. 蔡文福、陳炯松、林正義 (1956) 水稻生育後期施用氮肥對收量及其他特性之影響，中華農學會報新49期 65—72.

EFFECT OF NK—FERTILIZATIONS ON THE AGRONOMIC CHARACTERS AND GRAIN YIELD OF RICE (ORYZA SATIVA,L.)

by

S.M.Chiu,Y.C.Teng,C.S.Huang,T.H.Hsu

Summary

The objectives of this experiment were to find out the effects of different methods of NK—fertilization on the agronomic characters and yield of rice.This experiment consisted of three methods of NK—fertilization (Matsushima's V—shape method,Split application,

and Conventional method) and two rice varieties (Ai-chueh—chien, and Tainung yu 61). A split plot design was used in the trial with the methods of NK—fertilization as the main plots and the variety as the sub-plots in two replications.Five seedlings per hill were transplanted at a spacing of $25\times20cm^2$.The rate of N,P_2O_5,and K_2O added in each treatment for whole growth season was 100,40 and 40 kg/ha,respectively.The plant height,no.of tillers, leaf area index (LAI) and dry matter were all measured at the stages of tillering, panicle differentiation,heading, and harvest.After harvest,length of internodes, no.of panicles per hill,length and weight of panicle, no.of spikelets per panicle,percentage of filled grains,weight of 1,000 kernels,and grain yield were also investigated.The results are summarized as follows :

Different methods of NK—fertilization did affect the number of tillers per hill of Ai—chueh—chien.The no.of tillers per hill was decreased in V—shape method,while increased in split application.For the Tainung yu 61,however,no significant differences in the no. of tillers per hill were found among different methods of application. On the other hand, both rice varieties had more tillers in the first crop than in the second crop except in the early tillering stage of the second crop.It was due probably to the high temperature which caused rapid increase in the number of tillers in the early stage of the second crop.

The plant height of rice as affected by different methods of fertilizer application was relatively small beofre young panicle differentiation stage in both varieties. After then,the plant height was the highest in split application followed by conveutional application. The V—shape application method showed the lowest in plant height.The same trend was also found in the length of internode between the forth and fifth node from the top. It was especially true in the case of Tainung yu 61. In general, Tainung yu 61 produced more dry matter than Ai—chueh—chien both in the first and second crop. In each variety,the plant with conventional and split application produced more dry matter than the V—shape application before heading. However, a reverse was found after heading.

In the first crop,the leaf area indix (LAI) of all application methods increased a little bit slowly during the early stage of vegetative growth,it reached the peak at panicle differentiation stage and then decreased slowly.At harvest,the LAI did not show too much difference among different application methods in the variety of Ai—chueh—chien. It was particularly interested to note that Tainung yu 61 with V—shape application showed especially low in LAI after panicle differentiation stage. In the second crop,the LAI increased relatively rapidly during the early stage of vegetative growth,it reached the peak at heading time and then decreased rapidly. Among different application methods,the LAI of the V—shape application always showed the lowest before it reached the peak,nad then decreased but more slowly than that of others. At harvest,the LAI of the V—sgape application was almost the same as thet of others

The grain yield obtained from the three methods of fertilization in the first and second crop was shown below :

Fertilizations	1st Crop kg/ha		2nd Crop kg/ha	
	Tainung yu 61	Ai—chueh—chien	Tainung yu 61	Ai—chueh—chien
V—shape	5665	4287	5055	3324
Split	4984	4258	4100	3034
Conventional	4888	4260	3805	3239

As for the yield components, the no.of panicles per hill was very stable in the variety of Tainung yu 61 in different fertilizer applications. However, the no.of panicles was significantly different in the variety of Ai—chueh—chien, more panicles were found in split application and less in V—shape application. The length and weight of panicle, no.of spikelets per panicle and percentage of filled grains were not greatly affected by different application methods in the variety of Ai—chueh—chien. In Tainung yu 61, the percentage of filled grain and weight of 1,000 kernels were higher in the V—shape application than in split application. However, the no.of spikelets per panicle was increased in split application.