有機水稻台粳9號氮肥用量之研究[1]

賴文龍、郭雅紋、廖君達、許志聖[2]

摘　要

本試驗在粘板岩石灰性沖積土進行有機水稻栽培之氮肥需量探討，試區用有機質肥料二種(堆肥：N 2.5%，礦化率20%及菜籽粕：N 5.3%，礦化率80%計算)。本試驗探討以五種氮肥用量(第一期作為100、150、200、250及300 kg N ha^{-1}及第二期作為50、100、150、200及250 kg N ha^{-1})對有機水稻產量之影響，期能找出適宜的氮肥用量。試驗初步結果，顯示台粳9號於第一期作以氮肥施用量介於150~200 kg N ha^{-1}；第二期作則介於100~150 kg N ha^{-1}，可達較高產量，此可提供有機水稻栽培氮肥施用之參考。

關鍵字：有機水稻、氮肥、產量

前　言

臺灣地區有機農業推廣，自1986年至今經國內學者專家努力研究及執行，已頗有成就，但在土壤及肥培管理技術常發現有機栽培之水稻或其他作物之營養生長不佳，而影響農作物收成，產量低致無法普及化栽培。Chae和Tabatabai [15]指出有機物氮的礦化，除了與有機材質特性有關外，更與所施予土壤種類有關。有機質在土壤中的礦化作用受到許多因子影響，如土壤特性(土壤質地、結構、有機質含量等)、降雨量、土壤環境(溫度、水分、pH值)、有機質本身特性、施用量及施用時期等[1,6,11,19,22,23]。有機質在土壤中經過微生物之礦質化作用，釋出無機養分提供作物吸收，如礦化釋出養分太早或累積太多養分或釋出太慢而在作物生長旺盛期過後才釋出，對作物生長及土壤環境皆不利[24,14,16]。本試驗利用本場有機農園試驗區(粘板岩石灰性沖積土)之土壤進行有機水稻栽培氮肥用量試驗，以了解有機水稻栽培生育期之氮肥需求量，以做為後續有機水稻栽培之參考。

材料與方法

田間設計及肥培管理

於彰化縣大村鄉本場有機農園區設置有機水稻栽培之氮肥用量試驗，本試驗以逢機完全區集設計(RCBD)五處理，三重複，計15小區，小區面積5 m×15 m=75 m^2，水稻品種為台粳9號，試驗處理氮肥分五級，第一期作分別以氮100、150、200、250及300 kg N ha^{-1}，第二期作

[1] 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第0842號。

[2] 行政院農業委員會臺中區農業改良場副研究員、助理研究員、副研究員、研究員。

則分別以氮50、100、150、200及250 kg N ha^{-1}，基肥施用堆肥(N 2.5%、P_2O_5 2.5%、K_2O 1.5%)及菜籽粕(N 5.3%、P_2O_5 1.4%、K_2O 1.4%)，追肥則以菜籽粕施用。基肥以氮用量之75% N (包括堆肥50% N及菜籽粕25% N)，25% N之菜籽粕作追肥施用。氮素施用量以有機質肥料之成分、乾物量及礦化速率等因子計算，以換算有機質肥料施用量，另一般堆肥之礦化速率以20%，菜籽粕以80%計算，以提供有機水稻氮素之吸收，如表一。

表一、各處理之氮施用量
Table 1. Nitrogen rates (kg N ha^{-1}) of each treatment

Treatment	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
1st crop	100	150	200	250	300
2nd crop	50	100	150	200	250

* 施肥時期：基肥(75% N)，整地前(插秧前 10 天)施用；追肥(25% N)，插秧後 25 天施用。

調查及分析項目

水稻穀粒植體樣本係於採收乾燥後以逢機方式每小區採取300 g，脫稻殼(粗糠)之糙米以70℃烘乾磨粉，分析糙米植體要素含量。氮之定量以濃硫酸消化分解後，用微量擴散法測定，磷、鉀、鈣、鎂之測定則先用硝酸、硫酸與過氯酸(4:1:1)等三酸混合液分解，磷以鉬黃法定量，鉀用焰光分析法，鈣及鎂則以原子吸光法測定[2, 7]。試區土壤樣本於種植前及收穫後以隨機方式分別採取表土(0~20 cm)，風乾、碎土、過篩(2 mm)。pH值以玻璃電極法測定(v:w = 1:1)[8]、有機質以Walkley-Black法測定[21]、有效性磷以白雷氏第2法(Bray P2 Method)測定[21]、交換性鉀、鈣、鎂以1 M中性醋酸銨萃取，再以原子吸收光譜儀或火焰光度計測定[18]。水稻生育期及成熟期分別調查農藝性狀及產量等資料先做變方分析後，再以Duncan最小顯著變域法比較處理之變異性[10]。

結果與討論

氮肥用量對土壤性質之影響

本試驗田區之土壤為粘板岩石灰性沖積土，土壤酸鹼值(pH) 7.78、土壤電導度(EC) 0.41 dS m^{-1}、土壤有機質(OM)含量18.1 g kg^{-1}、土壤Bray-2-P含量134 mg kg^{-1}、土壤交換性鉀(K)含量124 mg kg^{-1}、土壤交換性鈣(Ca)含量1,790 mg kg^{-1}、土壤交換性鎂(Mg)含量203 mg kg^{-1}。第一期作水稻收穫後之土壤肥力較試驗前土壤pH值略增加0.04~0.17單位；土壤電導度降低0.16~0.19 dS m^{-1}；土壤有機質含量增加2.9~8.9 g kg^{-1}；土壤Bray-2-P含量降低71~87 mg kg^{-1}；土壤鉀交換性含量降低20~54 mg kg^{-1}；土壤鈣交換性含量增加45~641 mg kg^{-1}；土壤鎂交換性含量略增18~63 mg kg^{-1} (表二)。第二期作水稻收穫後之土壤測值肥力，顯示在經連續二作施有機質肥料後土壤pH值較試驗前提升0.26~0.42單位；土壤電導度降低0.2~0.22 dS m^{-1}；土壤有機質含量增加4.9~6.9 g kg^{-1}；土壤Bray-2-P降低54~79 mg kg^{-1}；土壤交換性鉀降低53~67 mg kg^{-1}；土壤交換性鈣降低533~779 mg kg^{-1}；土壤鎂交換性含量降低13~37 mg kg^{-1} (表二)。結果

顯示施用不同氮量之有機質肥料後，除提供水稻生育期所需之氮外，對土壤中不同養分有效性有增，土壤pH值呈上升趨勢及土壤有機質含量逐漸累積，其餘之磷、鉀、鈣、鎂等養分含量被水稻吸收利用，則呈下降趨勢，且與施化學肥料之變化不同(13)。第二期作因高溫增加水稻對鉀的吸收，使土壤含鉀量降低，因此，應增加草木灰施用以補充土壤鉀含量。

表二、氮肥用量對水稻收穫後土壤肥力之影響
Table 2. Effect of nitrogen levels on the fertility of soil after rice harvest

Treatment[1]	Nitrogen (kg N ha^{-1})	pH	EC	OM	Bray-2 P	Exchangeable K	Exchangeable Ca	Exchangeable Mg
		1:1	dS m^{-1}	g kg^{-1}	mg kg^{-1}			
	N 100	7.85a[2]	0.25ab	25.3a	58ab	81ab	2,118a	244a
1st	N 150	7.88a	0.22b	21.0a	61ab	70b	1,745a	221a
	N 200	7.93a	0.23ab	27.0a	50bc	104a	2,326a	255a
crop	N 250	7.95a	0.25a	25.3a	47c	88ab	2,431a	266a
	N 300	7.82a	0.22ab	26.3a	63a	79ab	1,825a	246a
	N 50	8.04b	0.21a	23.0a	68b	57b	1,011c	172ab
2nd	N 100	8.20a	0.19a	24.0a	55c	71a	1,257a	166b
	N 150	8.10ab	0.20a	25.0a	78a	60b	1,227a	186a
crop	N 200	8.19a	0.19a	24.0a	62bc	63ab	1,158ab	186a
	N 250	8.15ab	0.21a	24.0a	80a	63ab	1,071bc	190a

1. The same as Table 1.
2. Within each column, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P≧0.05).

氮肥用量對有機水稻生育之效果

有機水稻栽培生育期間調查結果，第一期作40天生育調查，株高以100 kg N ha^{-1}處理35.1 cm最高，200 kg N ha^{-1}處理株高31.1 cm最低，分蘗數亦與株高相似。有機水稻栽培田區於有機質肥料施用後對水稻生育初期吸收氮素與有機肥釋放氮肥量似不一或不足，於第一或二期作皆會造成有機水稻植株初期生育狀況稍有參差不齊。75天生育調查時則以300 kg N ha^{-1}處理株高105.5 cm最高，而100 kg N ha^{-1}處理88.1 cm最低，分蘗數亦同。成熟期調查亦與75天生育調查相類似趨勢且處理間有顯著差異。顯示施有機肥之重氮處理區肥分且不斷釋出提供養分吸收，有助株高及分蘗數增加(表三)。第二期作30天生育調查，株高以250 kg N ha^{-1}處理64.2 cm最高，而100及150 kg N ha^{-1}處理58.3及58.4 cm最低，分蘗數之趨勢亦與株高相似，顯示插秧前6~10天施有機肥，短時間內釋出養分的多寡，皆會影響水稻秧苗養分吸收量，因而造成生長勢不同，而在一期作75天及二期作45天之調查，均以重氮肥處理之株高、分蘗數或穗數有增加之趨勢(表三)。

表三、氮肥用量對水稻株高及分蘗之影響

Table 3. Effect of nitrogen levels on rice plant height and tiller number

Treatment[1]		40 days after transplanting		75 days after transplanting		Maturity stage	
	Nitrogen (kg N ha^{-1})	Plant height (cm)	Tiller (number)	Plant height (cm)	Tiller (number)	Plant height (cm)	Panicle number (number)
1st crop	N 100	35a[2]	28a	88b	21b	101b	16c
	N 150	32b	26a	95ab	21b	111a	17bc
	N 200	31b	27a	96ab	26a	109a	19ab
	N 250	34ab	27a	96ab	26a	110a	19ab
	N 300	34ab	26a	106a	28a	112a	20a
Treatment[1]		30 days after transplanting		45 days after transplanting		Maturity stage	
	Nitrogen (kg N ha^{-1})	Plant height (cm)	Tiller (number)	Plant height (cm)	Tiller (number)	Plant height (cm)	Panicle number (number)
2nd crop	N 50	60a	17b	74b	18b	96b	17a
	N 100	59a	17b	76b	19b	96b	17a
	N 150	58a	17b	78b	20ab	98b	16a
	N 200	61a	20a	84a	20ab	104a	18a
	N 250	64a	20a	86a	23a	105a	19a

[1] The same as Table 1.

[2] Within each column, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P≧0.05).

氮肥用量對有機水稻產量之影響

表四顯示，各處理之稻穀產量，於第一期作以氮素150、200及300 kg N ha^{-1}處理組均顯著高於100 kg N ha^{-1}之處理，且分別增產3.4~10.3%，而施用250 kg N ha^{-1}處理之水稻產量則與施100 kg N ha^{-1}處理無顯著差異。第二期作以氮施用150、200及250 kg N ha^{-1}處理組之稻穀產量顯著較高，而以50 kg N ha^{-1}處理之產量最低。

圖一為第二期作氮肥用量與水稻稻穀產量之二次迴歸分析結果，顯示兩者之間呈極顯著相關。綜合觀之，於第一期作與第二期作之病蟲害發生情形，建議有機水稻肥培管理之氮肥用量於100、150及200 kg N ha^{-1}量即可。由此推知，本試驗於有機水稻種植台粳9號水稻，第一期作的氮肥施用量介於150~200 kg N ha^{-1}；第二期作的氮肥施用量介於100~150 kg N ha^{-1}，即可生產較高稻穀產量。

表四顯示第一期作200及300 kg N ha^{-1} (重氮)處理組之稻草產量最高，較100 kg N ha^{-1}增產6.7及14.2%。第二期作以150、200及250 kg N ha^{-1}處理組較50 kg N ha^{-1}處理分別增產47.1、52.5及54.6%，而100 kg N ha^{-1}處理則較50 kg N ha^{-1}處理增產28.2%。圖二為第二期作氮肥用量與稻草產量二次迴歸分析結果呈極顯著性相關，顯示氮肥用量對稻草增產效果與稻穀產量相類似。本試驗區以有機質肥料及菜籽粕等有機肥施用，養分供給應以其礦化釋出氮素量可提供

水稻吸收之氮素量換算成有機肥用量施用，即可提供有機水稻栽培生育期間營養，俾利水稻分蘗及植株生長。

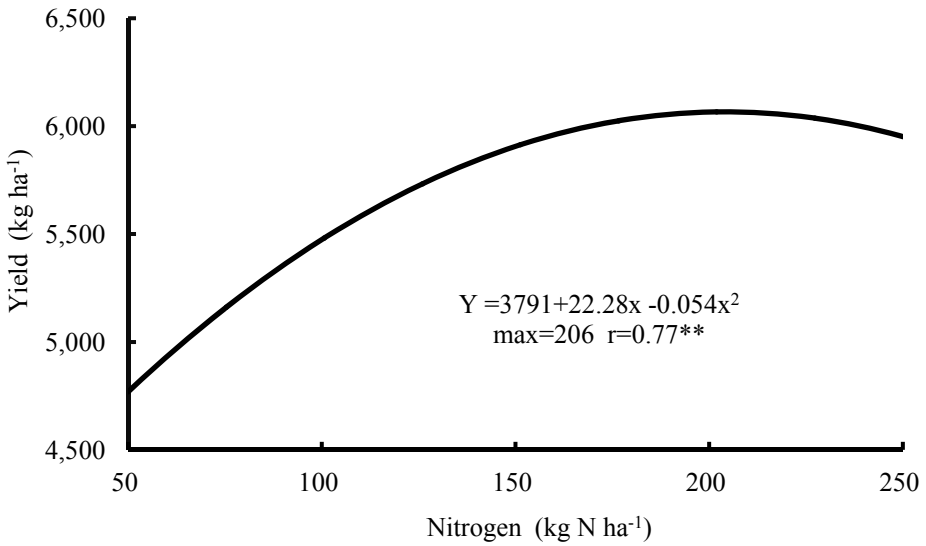
表四、氮肥用量對水稻產量之關係

Table 4. Effect of nitrogen levels on rice yield

Treatment[1] Nitrogen (kg N ha^{-1})		Grain yield (kg ha^{-1})	Index (%)	Straw yield (kg ha^{-1})	Index (%)
1st crop	N 100	6,467c[2]	100.0	12,482c	100.0
	N 150	7,089a	109.6	12,819bc	102.7
	N 200	6,911ab	106.9	13,316b	106.7
	N 250	6,689bc	103.4	12,498c	100.1
	N 300	7,133a	110.3	14,258a	114.2
2nd crop	N 50	4,822c	100.0	9,386c	100.0
	N 100	5,267bc	109.2	12,033b	128.2
	N 150	5,867ab	121.7	13,804a	147.1
	N 200	6,000a	124.4	14,311a	152.5
	N 250	6,211a	128.8	14,513a	154.6

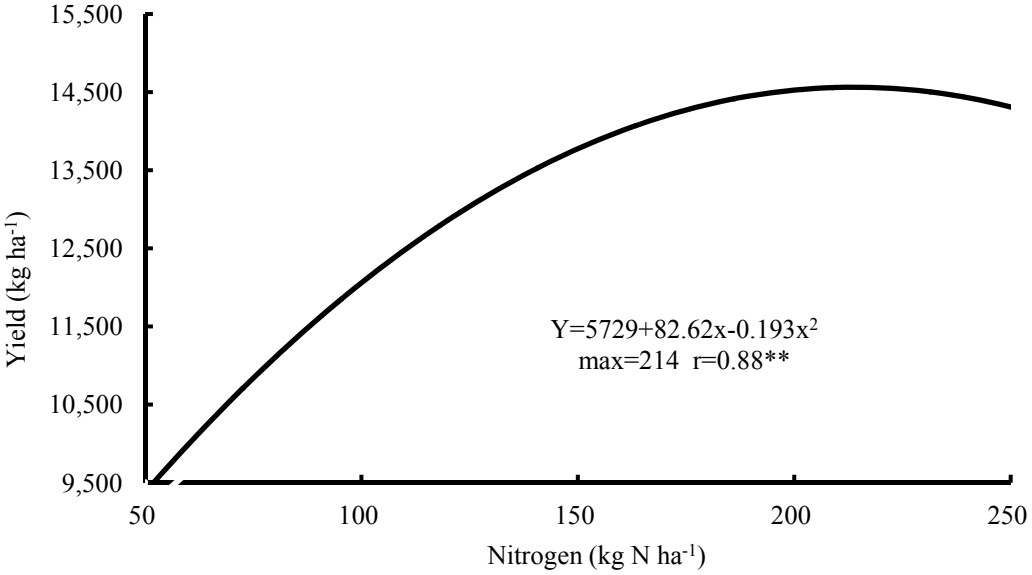
[1] The same as Table 1.

[2] Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P≧0.05).



圖一、氮肥用量對稻穀產量之相關(第二期作)

Fig. 1. Correlation between nitrogen levels and rice grain yield.



圖二、氮肥用量對稻草產量之相關(第二期作)
Fig. 2. Correlation between nitrogen levels and rice straw yield.

氮肥用量與病蟲害發生之關係

有機水稻第一期作於2012年6月22日調查病蟲害發生情形。胡麻葉枯病罹病率於300 kg N ha^{-1}處理組高達11.0%，與100、150、200、250 kg N ha^{-1}處理組間達到顯著性差異。紋枯病病斑高度於100 kg N ha^{-1}處理組為5.0 cm最低，其他處理組介於18.00~20.75 cm。穗稻熱病罹病率以250及300 kg N ha^{-1}處理組為最高。二化螟幼蟲為害所造成的白穗率以300 kg N ha^{-1}處理組為最高，瘤野螟幼蟲為害所造成的捲葉株率則以250 kg N ha^{-1}處理組為最高，300 kg N ha^{-1}處理組次之(表五)。

有機水稻第二期作於2012年11月2日調查病蟲害發生情形。胡麻葉枯病罹病率於50 kg N ha^{-1}處理組最高為5.25%，與100、150、200及250 kg N ha^{-1}處理組間達到顯著性差異。紋枯病及穗稻熱病於不同氮肥需量處理組均未發生。二化螟幼蟲為害所造成的白穗率以250 kg N ha^{-1}處理組為最高，瘤野螟幼蟲為害所造成的捲葉株率同樣以250 kg N ha^{-1}處理組為最高 (表五)，於孕穗期和齊穗期使用蘇力菌4,000倍各噴施1次防治瘤野螟幼蟲。

由有機水稻第一期作及第二期作之病蟲害發生情形綜合觀之，100、150及200 kg N ha^{-1}處理組之病蟲害發生情形相對於其他處理組，呈現較能接受的罹病率及受害程度，應可作為考量病蟲害發生情形而建議的氮肥用量(表五)。Minami [(20)]指出，水稻栽培生育期施用過多氮肥，容易使病蟲害發生，且發生率會趨於嚴重。

本試驗區有機水稻收穫後之稻穀(一、二期作)，經送行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所做農藥殘毒測定，未檢測出農藥殘留，為合格產品。

表五、氮肥用量對病蟲害發生率之影響

Table 5. Effect of nitrogen levels on the prevalence of disease and insect pest

Treatment[1]	Nitrogen (kg N ha^{-1})	Brown spot Incidence rate (%)	Sheath blight Spot height (cm)	Panicle blast Incidence rate (%)	Stem borer White panicle rate (%)	Leaf-folder Leaf roll rate (%)
1st crop	N100	3.10b[2]	5.00b	0.53c	0.18b	0.00c
	N150	2.38b	18.25a	1.65bc	0.50b	1.33b
	N200	3.13b	18.00a	2.98b	1.00ab	1.18b
	N250	3.63b	18.25a	3.65a	1.18ab	4.23a
	N300	11.00a	20.75a	3.48a	2.35a	2.15b
2nd crop	N50	5.25a	0	0	0.30b	0.59c
	N100	2.53b	0	0	0.57b	0.57c
	N150	2.00b	0	0	0.59b	5.92b
	N200	1.50b	0	0	1.67ab	4.45b
	N250	1.50b	0	0	2.35a	17.62a

[1] The same as Table 1.

[2] Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P≧0.05).

氮肥用量對稻米品質之影響

表六顯示外觀特性於各處理間對糙米、米糠及白米等米粒外觀並無顯著差異，但對米粒完整性呈顯著差異。曬穀乾燥受翻動次數有關，翻動次數及乾燥均勻，米粒完整性較多，減少降低斷米機率。

表六亦顯示，理化性對有機稻米品質氮肥用量之關係於直鏈性澱粉及凝膠展延性無差異，但對稻米之粗蛋白質有顯著差異，蛋白質之含量隨氮肥用量提高而增加，因此，Juliano [17] 指出蛋白質含量高的稻穀，其米飯之粘性降低，色澤亦較差。Youself等人[25]亦指出增加氮肥施用量將使穀粒及糙米之蛋白質含量增加，而蛋白質之含量與蛋白質之總量是呈正相關，他亦指出發現每公頃分4次施用150 kg氮素對水稻產量及蛋白質含量均有增加之效。

氮肥用量對糙米無機養分含量之關係

糙米之養分含量如表七所示，第一期作糙米之氮含量以重氮區(250及300 kg N ha^{-1}處理)顯著較高，其次為150、200及100 kg N ha^{-1}處理氮含量最低。第二期作糙米氮含量以100、150、200及250 kg N ha^{-1}處理顯著較高，顯示台粳9號水稻生育期間，施菜籽粕因高溫情況下發酵快速分解釋出氮素，提供水稻生育期養分，增加水稻氮吸收量，此與林[3]研究結果一致，即稻穀氮含量隨著氮肥用量增加而增加。本試區之糙米氮含量以二期作較一期作高。另，邱等[4]之研究顯示，水稻施肥如晚施及過量施用氮肥會使水稻對氮吸收量增加，植株生長旺盛易致倒伏且影響米質。糙米磷含量以低氮肥區處理含量最高，重氮處理反而低；糙米鉀含量以低氮處理含量最高，重氮區之糙米鉀含量較低。有機糙米之氮含量隨著氮肥用量增加而增加，

但糙米之磷、鉀含量則相反之，係隨著氮肥用量增加而減少趨勢，此結果與賴等[13]報告相符合；據Yamashita [26]報告當糙米含氮量超過1.5%時，食味品質有惡化之現象。

表六、氮肥用量對稻米外觀特性品質之影響

Table 6. Effect of nitrogen levels on the rice quality

	Treatment[1] Nitrogen (kg N ha^{-1})	Brown rice (%)	Rice bran (%)	Milled rice (%)	Head rice (%)	Amylose (%)	Crude protein (%)	Gel consistency
1st crop	N 100	79.4a[2]	10.3a	69.0a	53.4ab	19.2a	5.8c	83.7a
	N 150	79.9a	9.9a	70.0a	52.3ab	18.9a	6.0bc	87.3a
	N 200	79.7a	10.2a	69.5a	54.0a	19.2a	6.2b	87.7a
	N 250	78.7a	10.1a	68.5a	51.3b	18.7a	6.0bc	87.3a
	N 300	79.2a	10.2a	69.0a	54.0a	19.0a	6.5a	85.7a
2nd crop	N 50	81.0a	9.6a	71.4a	61.1b	19.2b	5.8c	96.0a
	N 100	80.0a	8.9a	71.1a	63.6ab	20.4a	6.0c	95.7a
	N 150	81.4a	8.9a	72.5a	67.1a	19.6ab	6.4b	95.7a
	N 200	81.3a	8.7a	72.6a	67.7a	20.1ab	6.3b	96.3a
	N 250	81.2a	9.3a	71.9a	65.9ab	20.0ab	6.9a	95.3a

[1] The same as Table 1.

[2] Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P≧0.05).

表七、氮肥用量對糙米養分之影響

Table 7. Effect of nitrogen level on the nutrient contents of brown rice

	Treatment[1]	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Mn	Zn	Fe
	Nitrogen (kg N ha^{-1})	g kg^{-1}					mg kg^{-1}			
1st crop	N100	9.4b[2]	3.1a	2.8a	0.4a	1.4a	4a	27a	27a	14a
	N150	9.9ab	3.1a	2.8a	0.4a	1.5a	4a	22b	26ab	14a
	N200	9.8b	3.0a	2.7a	0.5a	1.3a	4a	24b	26ab	13a
	N250	10.1a	3.0a	2.7a	0.3a	1.3a	4a	22b	26ab	13a
	N300	10.1a	2.9a	2.6a	0.4a	1.4a	4a	22b	25b	14a
2nd crop	N50	9.9b	3.1a	2.8a	0.3a	1.4a	4a	23a	25a	13a
	N100	10.9a	3.2a	2.8a	0.2a	1.4a	4a	18c	24a	14a
	N150	11.0a	2.8a	2.8a	0.2a	1.3a	4a	22ab	23ab	13a
	N200	10.3b	2.8a	2.5a	0.2a	1.3a	4a	20bc	22b	14a
	N250	11.3a	2.8a	2.5a	0.4a	1.3a	4a	19c	21b	13a

[1] The same as Table 1.

[2] Within columns, numbers followed by the same letter are not significantly different, using Duncan's Multiple Range Test (P≧0.05).

參考文獻

1. 王銀波、趙震慶、黃山內　1993　永續性農耕法對土壤性質與養分供應量之影響　p.9-17　永續農業　臺中區農業改良場特刊第32號。
2. 李蘭帝　1966　大量植體樣本氮、磷、鉀之迅速測定法　中華農業研究 15: 1-5。
3. 林再發　1998　氮肥用量對一、二期作水稻產量及生育性狀影響　臺中區農業改良場研究彙報 61: 13-23。
4. 邱再發、黃文良　1970　水稻氮肥施肥技術之研究(Ⅰ) 氮肥晚施用對水稻產量及養分吸收之影響　農業研究 19: 26-41。
5. 侯福分　1988　肥料對稻米品質之影響　p.242-248　稻米品質研討會專集　臺中區農業改良場特刊第13號。
6. 莊作權、楊明富　1992　水稻－田菁－玉米輪作制度下施用堆肥對土壤肥力之影響　中國農業化學會誌 30: 553-568。
7. 張淑賢　1981　本省現行植物分析法　p.53-59　作物需肥診斷技術　臺灣省農業試驗所特刊第13號。
8. 張愛華　1981　本省現行土壤測定方法　p.9-26　作物需肥診斷技術　臺灣省農業試驗所特刊第13號。
9. 陳尊賢　1995　永續農業中土壤品質之評估與土壤管理之策略　p.16-33　永續農業研究及推廣研討會專集　臺中區農業改良場特刊第36號。
10. 葉樹藩　1986　試驗設計學　國立臺灣大學農學院　臺北。
11. 蔡宜峰　1998　有機質肥料有效氮含量估測之研究　p.95-105　農產廢棄物在有機農業之應用研討會專刊　桃園區農業改良場特刊第11號。
12. 蔡宜峰、莊作權、黃裕銘　1993　一般有機質在土壤中之礦化潛能及礦化速率之估算　p.69-78　永續農業　臺中區農業改良場特刊第32號。
13. 賴文龍、郭雅紋、陳玟瑾　2012　氮肥用量對水稻產量之影響　臺中區農業改良場研究彙報 114: 35-43。
14. Bitzer, C. C. and J. T. Sims. 1988. Estimating the availability of nitrogen in poultry manure through laboratory and field studies. J. Environ. Qual. 17: 47-54.
15. Chae, Y. M. and M. A. Tabatabai. 1986. Mineralization of nitrogen in soil amended with organic wastes. J. Environ. Qual. 15: 193-198.
16. Douglas, B. F. and F. R. Magdoff. 1991. An evaluation of nitrogen mineralization indices for organic residues. J. Environ. Qual. 20: 368-372.
17. Juliano, B. O., L. U. Onate and A. M. Del Mundo. 1972. Amylose and protein contents of milled rice as eating quality factors. Philippine Agriculturist. 56: 44-47.

18. Kundsen, D., G. A. Peterson and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part II 2nd edition. ASA, Madison, Wisconsin, USA. p. 225-246.
19. Martin, J. P. and D. D. Focht. 1977. Biological properties of soil. P.114-169. In L. F. Elliott, et, al. (ed.) Soils for management of organic wastes and waste water. Madison, Wisconsin. USA.
20. Minami M., A. Dol. 1973. Physiochemical studies on the quality of Hokkaido rice, Ⅱ The relations between palatability characters and protein content of the rice grain. Bulletin of Hokkaido prefectural Agricultural Exp. Stat. 26: 49-58.
21. Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon and organic matter, In: A. L. Page, R. H. Miller and D. R. Keeney (eds.). Methods of Soil Analysis. Part II, 2nd edition. ASA, Madison, Wisconsin, USA, p. 539-579.
22. Piccolo, A., and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic wast amendments on soil imcroaggregates stability and molecular sizes humic substances. Plant and Soil. 123: 27-37.
23. Sommerfeldt, T. G., C. Chang, and T. Entz. 1988. Long-term annual manure applications increase soil organic matter and nitrogen, and decrease carbon to nitrogen ratio. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 1668-1672.
24. White, R. H. 1979. Nutrient cycling. Introduction to the principles and practice of soil science. Blackwell scientific Publications. Oxford. London. p.129-143.
25. Youself, S. A. M., Aishy S. M. Ebale, Keredy M. S. Ebale and Kreem M. 1980. Influence of rate and time of nitrogen application on grain quality of three rice cultivars, Agricultural, Belgium 28(3): 455-467.
26. Yamashita. 1974. Fertilizers and rice quality. 2. Effects of nitrogen fertilizing on the eating quality and on some physic-chemical psoperties of rice starch. Bullatin the Tohoku National Agri. Exp. St. 48: 65-79.

Study on Rational Amount of Nitrogen Fertilizer Applied on Tai-Ken No. 9 in Organic Rice Farming[1]

Wen-Lung Lay, Ya-Wen Kuo, Chung-Ta Liao and Chi-Sheng Sheu[2]

ABSTRACT

Experiment of nitrogen fertilizer demand for organic rice culture was conducted in adhesive slate calcareous alluvial soil. The two kinds of organic fertilizer (compost: 2.5% N and 20% mineralization rate, Rapeseed dreg: 5.3% N and 80% mineralization rate) was used in the experiment for supplying and adjusting the nitrogen fertilizer quantity. Five different amounts of nitrogen fertilizer were applied with 100, 150, 200, 250, and 300 kg N ha^{-1} in the first crop, and 50, 100, 150, 200 and 250 kg N ha^{-1} in the second crop. The results recommended that the rational amount of nitrogen fertilizer for producing high yield of japonica type rice Tai-Ken No. 9 by organic farming system was 150-200 kg N ha^{-1} in the first crop and that with 100-150 kg N ha^{-1} in the second crop respectively.

Key words: organic rice, organic nitrogen fertilizer, rational amount

---

[1] Contribution No. 0842 from Taichung DARES, COA.

[2] Assistant Researcher, Associate soil scientist, Assistant Researcher and Agronomist of Taichung DARES, Changhua, Taiwan, ROC.