

台灣北部地區不同農耕法土壤肥力及微生物族群數之調查

莊浚釗

摘 要

為探討台灣北部地區不同農耕法對土壤肥力及微生物族群動態之影響，以有機農耕法與慣行農耕法之作物根圈與非根圈土壤為樣本，測定土壤肥力及微生物族群數之消長，藉供推廣生物肥料之參考依據。本試驗共調查水稻田 40 處，其中有機農耕法與慣行農耕法各 20 處；蔬菜園 30 處，其中有機農耕法 18 處，慣行農耕法 12 處。調查結果顯示，有機農耕法之土壤生質氮與微生物族群數較慣行農耕法高約 2~4 倍，而蔬菜園又較水稻田高約 2~5 倍。根圈土壤之總細菌數、總真菌數及溶磷菌族群數為非根圈土壤之 4~30 倍。蔬菜園之土壤肥力約為水稻田之 2 倍。

關鍵詞：土壤肥力、溶磷菌、有機農耕法、慣行農耕法

前 言

台灣北部地區強酸性土壤($\text{pH} < 5.5$)約有 101,400 ha，佔總耕地面積 80%(陳, 1976, 1977, 1978)。在強酸性土壤條件下，作物對磷肥之利用率僅達 5~25%(Tisdale *et al.*, 1985)，其餘之磷肥則與土壤中之鈣、鐵及鋁等結合為難溶性的磷酸鹽而沉澱(Barber, 1984)，不易被作物吸收。

長期以來農民為提高作物之產量及減少病蟲害之危害，施用大量的化學肥料及農藥，不僅破壞了土壤理化性質(王等, 1996)，而且影響了生態環境之平衡，因此近年來農政單位及許多學者開始重視生態保育及永續經營之農耕方式。Reganold(1989)指出有機農耕法對土壤性質有顯著正效益，莊與楊(1992)亦指出，施用垃圾堆肥三年後，土壤有機質含量及 pH 值均較化肥區顯著增加。此外，生物性肥料對提高土壤養分之利用率亦逐漸被重視。Kucey 與 Leggett(1989)、Young(1990)及江(1993)等研究報告指出，接種溶磷菌並配合施用有機質肥料，可提高溶磷菌族群數及土壤磷素的利用率，可提高作物產量與品質。溶磷菌接種於土壤中能否發揮其功效，深受土壤環境因子之影響，包括不同土類(Yin, 1988)、土層深度(張, 1991)、土壤理化性質(Dalal, 1982)、作物種類(Yahya 與 Al-Azawi, 1989)等。本研究將探討台灣北部地區不同農耕法對土壤肥力及微生物族群動態之影響，以作為未來推廣生物肥料之參考。

材料與方法

本試驗採取有機農耕法與慣行農耕法之作物根圈與非根圈土壤為樣本，測定其土壤肥力及微生物族群數。水稻田調查 40 處，其中有機農耕法採取桃園縣新屋鄉及新竹縣竹東鎮有機水稻產銷班各 10 處，共計 20 處，慣行農耕法則採取桃園縣及新竹縣水稻產銷班各 10 處，共計 20 處。蔬菜園調查 30 處，其中有機農耕法分別採取台北縣市 3 處、桃園縣 9 處及新竹縣 6 處，共計 18 處，慣行農耕法則採取桃園縣及新竹縣蔬菜產銷班各 6 處，共計 12 處，土壤樣本經自然風乾磨碎後，以 2 mm 的篩網篩選後，測定土壤之理化性質及微生物族群數。

機械分析比重法測定土壤質地（王，1981）。土壤 pH 值以土：水 = 1：5，平衡一小時後以玻璃電極法測定（McLean, 1982）。電導度（EC）以土：水 = 1：5，振盪一小時後過濾，以電導度計測定（Rhoades, 1982）。土壤有機質含量以 Walkley Black 法測定（Nelson 與 Sommers, 1982）。磷有效性含量以 Bray-I 法萃取，濾液以鉬藍法比色測定（Olsen 與 Sommers, 1982）。交換性鉀、鈣、鎂含量以 Mehlich's-I 法萃取，火焰光度計測交換性鉀含量（Knudsen *et al.*, 1982），原子吸收光譜儀測交換性鈣、鎂含量（Flannery 與 Markus, 1980）。

微生物菌數測定：秤取根圈土壤 1 g，加入裝有 99 ml 無菌水的三角瓶中，非根圈土壤 10 g 加入裝有 90 ml 無菌水的三角瓶中，水平振盪（120 rpm）10 min，以十進位連續稀釋至適當濃度，取菌液 0.1 ml 以三角玻棒均勻的塗抹於各種平面培養基上，總細菌數以土壤抽出液洋菜培養基平面培養法測定（Zuberer, 1994），總真菌數以 Martin 氏葡萄糖-消化蛋白洋菜培養基平面培養法測定（Parkinson, 1994），溶磷菌則以鈣磷及鐵磷培養基平面培養法測定（Subba, 1982；Wollum, 1982），三種稀釋濃度（總細菌數以 10^5 、 10^6 及 10^7 ，其餘菌種則以 10^2 、 10^3 及 10^4 ）三重複，置於 28℃ 的培養箱中培養，經過 3 ~ 7 天，分別觀察紀錄各種微生物菌落生長情形及計算菌數或孢子數。土壤微生物生質量則以氯仿蒸餾萃取法測定寧海因氮（Ninhydrin-N）（Joergense 與 Brookes, 1990）換算之。

結果與討論

一、農耕法對土壤生質氮及微生物族群數之影響

調查結果得知（表 1），土壤生質氮均以有機農耕法較慣行農耕法為高，蔬菜園有機農耕法 $84 \text{ mg kg}^{-1}\text{soil}$ 較慣行農耕法 $30 \text{ mg kg}^{-1}\text{soil}$ 約高 3 倍，水稻田有機農耕法 $24 \text{ mg kg}^{-1}\text{soil}$ 則較慣行農耕法 $14 \text{ mg kg}^{-1}\text{soil}$ 約高 2 倍，此結果與 Hassink 等（1991a；1991b）及 Witter 等（1993）之研究結果一致。

土壤總細菌數兩種農耕法均以蔬菜園為高，蔬菜園有機農耕法每克乾土壤含 $150 \times 10^6 \text{ cfu}$ 為最高，次為蔬菜園慣行農耕法 $95 \times 10^6 \text{ cfu}$ ，分別較水稻田有機農耕法及慣行農耕法之 $28 \times 10^6 \text{ cfu}$ 及 $17 \times 10^6 \text{ cfu}$ 約高 5 倍。土壤總真菌孢子數，蔬菜園有機農耕法每克乾土壤含 137×10^3 則較慣行農耕法 51×10^3 約高 3 倍，惟根據趙等（2004）指出菌數相差需達 10 倍以上，處理間才具差異顯著。

土壤溶鈣磷細菌蔬菜園有機農耕法每克乾土壤含 $59 \times 10^3 \text{ cfu}$ 較慣行農耕法 $15 \times 10^3 \text{ cfu}$ 約高 4 倍，水稻田有機農耕法及慣行農耕法則分別為 $19 \times 10^3 \text{ cfu}$ 及 $8 \times 10^3 \text{ cfu}$ 。溶鐵磷細菌數各種農耕法每

克乾土壤介於 $9 \sim 20 \times 10^3$ cfu 間，各處理間所測微生物族群數差異不大，依據趙等（2004）指出菌數相差需達 10 倍以上，處理間才具差異顯著。溶鈣磷真菌孢子數每克乾土壤介於 $5 \sim 16 \times 10^3$ 間，有機農耕法較慣行農耕法約高 2 倍。溶鐵磷真菌孢子數每克乾土壤介於 $3 \sim 13 \times 10^3$ 間，蔬菜園有機農耕法較慣行農耕法約高 4 倍。

綜合以上結果顯示，土壤微生物族群數以有機農耕法較慣行農耕法為高。過去許多學者如 Fauci 與 Dick（1994）、Nannipieri 等（1998）研究指出，長期施用有機廐肥對養分補充及儲存的效果均較施用化學肥料為佳，並對微生物族群數、活性的提升更具功效，另 Rochette 與 Gregorich（1998）、Paul 與 Beauchamp（1996）、Wander 等（1994）、Ginting 等（2003）研究指出，土壤有機質含量因長期施用廐肥而增加，亦可提高土壤微生物族群數及生質量。趙（1996）連續六年觀測有機農耕法的土壤族群數與生質碳量，亦有相同的趨勢。其主要原因為土壤中微生物以異營性菌居多，需有效性碳源的供應，有機農耕法長期施用堆肥，可將微生物所需的有效性碳及氮攜入，提供微生物利用所致。慣行農耕法土壤微生物族群數較低的原因，除受限於有效性碳源供應較少外，亦可能受到施用化學肥料及化學合成農藥之影響（吳與林，1998；Biederbeck 等，1987；Fraser 等，1988）。

表 1. 有機與慣行農耕法土壤生質氮量與微生物族群數之比較

Table 1. Comparison of biomass nitrogen and microorganism populations between organic and conventional farming soil.

作物 Crop	耕作方式 Farming method	生質氮 Biomass N	總細菌 ^z T-B	總真菌 ^z T-F	溶鈣磷 細菌 ^z Ca-PSB	溶鐵磷 細菌 ^z Fe-PSB	溶鈣磷 真菌 ^z Ca-PSF	溶鐵磷 真菌 ^z Fe-PSF
		mg kg ⁻¹ soil	10 ⁶ cfu g ⁻¹ soil	-----10 ³ g ⁻¹ soil-----				
水稻 Rice	有機農耕法 Organic farming	24 ± 2	28 ± 8	98 ± 40	19 ± 3	15 ± 4	16 ± 5	4 ± 1
	慣行農耕法 Conventional farming	14 ± 1	17 ± 3	195 ± 65	8 ± 3	17 ± 3	9 ± 2	3 ± 1
蔬菜 Vegetable	有機農耕法 Organic farming	84 ± 15	150 ± 14	137 ± 26	59 ± 7	20 ± 3	10 ± 2	13 ± 3
	慣行農耕法 Conventional farming	30 ± 1	95 ± 13	51 ± 6	15 ± 6	9 ± 2	5 ± 1	3 ± 1

Mean (Rice organic farming, Rice conventional farming n = 20, Vegetable organic farming n = 18, Vegetable conventional farming n = 12) ± SE.

^z T-B: Total bacteria; T-F: Total fungi; Ca-PSB: Ca-phosphate solubilizing bacteria; Fe-PSB: Fe-phosphate solubilizing bacteria; Ca-PSF: Ca-phosphate solubilizing fungi; Fe-PSF: Fe-phosphate solubilizing fungi.

二、根圈與非根圈土壤生質氮量及微生物族群數之比較

調查結果得知（表 2），作物根圈土壤生質氮量 35.9 mg kg⁻¹ soil 較非根圈的 22.5 mg kg⁻¹ soil 高約 13.4 mg kg⁻¹ soil，此與 Harris 與 Steer（2000）研究有相似的趨向。土壤總細菌數根圈每克乾土壤含 94.3×10^6 cfu 較非根圈 3×10^6 cfu 約高 30 倍。溶鈣磷細菌根圈每克乾土壤含 35.7×10^3 cfu 較非根圈 8.3×10^3 cfu 約高 4 倍。溶鐵磷細菌則約高 10 倍。總真菌孢子數根圈每克乾土壤含 126×10^3 較非根圈 12.4×10^3 約高 10 倍。溶鈣磷真菌及溶鐵磷真菌則為 7 ~ 8 倍。若以趙等（2004）指出菌數相差需達 10 倍以上，處理間才具差異顯著為依據，總細菌、溶鐵磷細菌及總真菌等菌之族群數根圈土與非根圈土間具顯著

差異，此結論與 Rovira and Davey (1974) 調查根圈內土壤中族群數遠高於非根圈土壤之結果一致。根圈微生物族群數主要受作物根系分泌物的影響，而分泌物量的多寡則受作物種類及土壤環境因素的影響，當根圈碳源增加時，其微生物族群數隨之增加 (Naseby 與 Lynch, 2002)。

表 2. 根圈與非根圈土壤生質氮量及微生物族群數之比較

Table 2. Comparison of biomass nitrogen and microorganism populations between rhizosphere and non-rhizosphere soils.

微生物族群及生質氮量 Microorganism population and biomass N	根圈 Rhizosphere	非根圈 Non-rhizosphere
生質氮量 (mg kg ⁻¹ soil) Biomass N	35.9	22.5
總細菌數 (10 ⁶ cfu g ⁻¹ soil) Total bacteria	94.3	3.0
溶鈣磷細菌數 (10 ³ cfu g ⁻¹ soil) Ca-phosphate solubilizing bacteria	35.7	8.3
溶鐵磷細菌數 (10 ³ cfu g ⁻¹ soil) Fe-phosphate solubilizing bacteria	15.9	1.6
總真菌數 (10 ³ spore g ⁻¹ soil) Total fungi	126.2	12.4
溶鈣磷真菌數 (10 ³ spore g ⁻¹ soil) Ca-phosphate solubilizing fungi	10.7	1.5
溶鐵磷真菌數 (10 ³ spore g ⁻¹ soil) Fe-phosphate solubilizing fungi	5.9	0.7

三、農耕法對土壤肥力之影響

調查結果得知 (表 3)，有機農耕法蔬菜園之土壤 pH 值介於 4.2 ~ 7.6，水稻田介於 4.8 ~ 6.7，慣行農耕法蔬菜園之 pH 值介於 4.5 ~ 6.2，水稻田介於 4.6 ~ 6.7，顯示有機農耕法土壤 pH 值略高於慣行農耕法。依據趙等 (1996)、陳與吳 (1999) 及 Harada (1990) 等報告指出，施用廐肥土壤 pH 值會上升，係因土壤中 K、Ca 及 Mg 等鹽基累積，或因有機質的礦化作用，產生銨態氮所致 (Wander, 1994)。土壤 EC 值以慣行農耕法較有機農耕法為高，蔬菜園慣行農耕法平均 0.66 dS m⁻¹ (0.17 ~ 2.09 dS m⁻¹) 較有機農耕法平均 0.48 dS m⁻¹ (0.12 ~ 1.28 dS m⁻¹) 高 0.18 dS m⁻¹，而水稻慣行農耕法平均 0.46 dS m⁻¹ (0.12 ~ 1.24 dS m⁻¹) 亦較有機農耕法 0.20 dS m⁻¹ (0.08 ~ 0.45 dS m⁻¹) 高 0.26 dS m⁻¹。土壤有機質含量不論蔬菜園或水稻田均以有機農耕法較慣行農耕法為高，此與 Reganold (1989) 及莊與楊 (1992) 研究結果一致。磷、鉀、鈣及鎂含量蔬菜園均較水稻田高約 2 倍，且達 5% 差異顯著水準，此應與蔬菜的高耕作指數有較多的植物體殘留，過量施肥及旱作栽培養分流失較少有關。有機農耕法又因長期施用廐肥或植物性殘體，故其土壤肥力較慣行農耕法高，此與王等 (1996) 所述土壤肥力有機農耕法大於慣行農耕法結論相同。

表 3. 有機與慣行農耕法土壤肥力之比較

Table 3. Comparison of soil fertility between organic and conventional farming soil.

作物 Crop	耕作方式 Farming method	pH (1:5)	EC (1:5)	O.M	Avail. P	Exchange		
						K	Ca	Mg
			dS m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg kg ⁻¹	-----mg kg ⁻¹ -----		
水稻 Rice	有機農耕法 Organic farming	4.8–6.7	0.08–0.45 (0.20 ^b)	22–49 (35 ^b)	7–40 (17 ^c)	17–152 (64 ^b)	360–1636 (810 ^b)	46–122 (75 ^b)
	慣行農耕法 Conventional farming	4.6–6.7	0.12–1.24 (0.46 ^a)	24–47 (34 ^b)	1–38 (18 ^c)	39–178 (87 ^b)	417–2018 (863 ^b)	49–141 (80 ^b)
蔬菜 Vegetable	有機農耕法 Organic farming	4.2–7.6	0.12–1.28 (0.48 ^a)	18–80 (43 ^a)	7–111 (65 ^b)	53–399 (159 ^a)	814–3465 (2015 ^a)	57–345 (172 ^a)
	慣行農耕法 Conventional farming	4.5–6.2	0.17–2.09 (0.66 ^a)	20–55 (39 ^{ab})	22–131 (87 ^a)	21–321 (128 ^a)	540–3589 (1756 ^a)	55–309 (145 ^a)

Mean (Rice organic farming, Rice conventional farming n = 20, Vegetable organic farming n = 18, Vegetable conventional farming n = 12).

Mean values within column followed the same letter are not significant by DMRT at 5% probability level.

誌 謝

本研究試驗期間承陳釗和、吳盛文先生及呂佳容小姐協助田間採樣及分析，並蒙中興大學土壤環境科學系趙教授震慶斧正，特致謝忱。

參考文獻

- 王銀波、黃山內、趙震慶。1996。有機農耕法作物養分吸收與殘留之評估。中華農學會報 新 173:103–119。
- 王新傳。1981。鮑氏土壤機械分析法。作物營養診斷技術。台灣省農業試驗所特刊 13:27–29。
- 江晃榮。1993。農業生物技術。p.333–338。華香園出版社印行。台北，台灣。
- 吳繼光、林素禎。1998。囊叢枝內生菌根菌與農藥施用的互動關係。囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊 p.131–138。台灣省農業試驗所。
- 張鳳屏。1991。茶園土壤中囊叢枝菌根菌與溶磷細菌之調查及應用。國立中興大學土壤學研究所碩士論文。
- 陳仁炫、吳振記。1999。增進土壤生產力策略下林收支循環探討。中國農業化學會誌 37:221–231。

- 陳春泉。1976。桃園縣土壤調查報告。台灣省農業試驗所報告 33:107-109。
- 陳春泉。1977。新竹、苗栗縣土壤調查報告。台灣省農業試驗所報告 34:126-128。
- 陳春泉。1978。台北、宜蘭縣土壤調查報告。台灣省農業試驗所報告 35:254-258。
- 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。
- 趙震慶、蘇楠榮、王銀波。1996。有機農耕法之土壤肥力的變遷。中華農學會報 新 173:85-102。
- 趙震慶、趙維良、楊秋忠。2004。不同農業生態系土壤中微生物生質量與脫氮作用。中華農學會報 5(5):401-415。
- Barber, S. A. 1984. Soil Nutrient Bioavailability. John Wiley & Sons, New York.
- Biederbeck, V. O., C. A. Campbell, and A.E. Smith. 1987. Effects of long-term 2, 4-D field applications on soil biochemical processes. J. Environ. Qual. 16:257-262.
- Dalal, R. C. 1982. Effect of plant growth and addition of plant residues on the phosphates activity in soil. Plant Soil 66:265-269.
- Fauci, M. F., and R. P. Dick. 1994. Soil microbial dynamics: Short and long-term effects of inorganic and organic nitrogen. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:801-816.
- Flannery, R. L. and D. K. Markus. 1980. Automated analysis of soil extracts for phosphorous, potassium, calcium and magnesium. Jour. Assoc. Off. Anal. Chem. 63:779-787.
- Fraser, D. G., J. W. Doran, W. W. Sahs, and G. W. Lesoing. 1988. Soil microbial population's activities under conventional and organic management. J. Environ. Qual. 17:585-590.
- Ginting, D., A. Kessavalou, B. Eghball, and J. W. Doran. 2003. Greenhouse gas emission and soil indicators four years after manure and compost applications. J. Environ. Qual. 32:23-32.
- Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. p.20-31. Ext. Bull. 311, Food and Fertilizer Technology Center, Taipei, Taiwan, ROC.
- Harris, J. A. and J. Steer. 2000. Shifts in the microbial community in rhizosphere and non-rhizosphere soils during the growth of *Agrostis stolonifera*. Soil Biol. Biochem 32:869-878.
- Hassink, J., G. Lebbink, and J. A. van Veen. 1991a. Microbial biomass and activity of a reclaimed-polder soil under a conventional or reduced-input farming system. Soil Biol. Biochem. 23:507-513.
- Hassink, J., J. H. Oude Voshaar, E. H. Nijhuis, and J. A. van Veen. 1991b. Dynamics of the microbial populations of reclaimed-polder soil under a conventional or reduced-input farming system. Soil Biol. Biochem. 23:515-524.
- Joergense, R. G., P. C. Brookes. 1990. Ninhydrin-reactive nitrogen measurements of microbial biomass in 0.5M K₂SO₄ soil extracts. Soil Biol. Biochem. 22:1023-1027.
- Knudsen, O., G. A. Peterson, and P. F. Pratt. 1982. Lithium, sodium and potassium. p.225-246. In A. L. Page (eds.). Methods of Soil Analysis. Part 2. 2nd edition. ASA, Madison, WI. USA.
- Kucey R. M. N and M. E. Leggett. 1989. Increased yield and phosphorus uptake by westar canola (*Brassica napus* L.) inoculated with a phosphate-solubilizing isolate of *Pencillium bilaji*. Can. J. Soil Sci. 69:425-432.
- McLean, E. O. 1982. Soil pH and Lime requirement. p.199-224. In A. Klute *et al.* (ed.) Method of Soil Analysis. Park I. 2nd edition. ASA, Madison, WI. USA.
- Nannipieri, P., R. L. Johnson and E. A. Paul. 1998. Criteria for measurement of microbial growth and activity

- in soil. *Soil Biol. Biochem.* 30:223–229.
- Naseby, D. C., and J. M. Lynch. 2002. Enzymes and microorganisms in the rhizosphere. p.109–123. In R. G. Burns and R. P. Dick (ed.) *Enzymes in the environment*. Marcel Dekker, New York, USA.
- Nelson, D. W. and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539–579. In A. L. Page (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. 2nd edition. ASA, Madison, WI.USA.
- Olsen, S. R. and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In A. L. Page (eds.). *Methods of Soil Analysis. Part 2*. 2nd edition. p.403–429. ASA, Madison, WI.USA.
- Parkinson, D. 1994. Filamentous fungi. p.329–350. In *Methods of Soil Analysis, Part 2, Microbiological and Biochemical Properties*, eds. R. W. Weaver *et al.*, WI. USA: Soil Sci. Soc. Am., Inc.
- Paul, J. W., and E. G. Beauchamp. 1996. Soil microbial biomass C. N. mineralization and N uptake by corn in dairy cattle slurry and urea-amended soils. *Can. J. Soil Sci.* 76:469–472.
- Reganold, J. P. 1989. Comparison of soil properties as influenced by organic and conventional farming systems. *Amer. J. Alternative Agri.* 3:144–155.
- Rhoades, J. D. 1982. Soluble salts. p.167–179. In A. L. Page (ed.) *Methods of Soil Analysis, Part 2*. 2nd edition. ASA, Madison, WI. USA.
- Rochette, P., and E. C. Gregorich. 1998. Dynamics of soil microbial biomass C, soluble organic C and CO₂ evolution after three years of manure application. *Can. J. Soil Sci.* 78:283–290.
- Rovira, A. D. and C. B. Davey. 1974. Biology of the rhizosphere. p.153–204. In *The-Plant-Root and its Environment* (E. W. Cursova, ed.). University of Virginia Press, Charlottesville.
- Subba Rao, N. S. 1982. *Biofertilizers in Agriculture*. p.129–136. Sunil Printers, New Delhi, India.
- Tisdale, S. L., W. L. Nelson, and J. D. Beaton. 1985. *Soil Fertility and Fertilizers*. p.189–248. Macmillan Pub. New York.
- Wander, M. M., S. J. Traina. B. R. Stinner and S. E. Peters. 1994. Organic and conventional management affects on biologically active soil organic matter pools. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:1130–1139.
- Witter, E., A. M. Martensson, and F. V. Garcia. 1993. Size of the microbial biomass in a long-term field experiment as affected by different N-fertilizers and organic manures. *Soil Biol. Biochem.* 25:659–669.
- Wollum II, A. G. 1982. Cultural methods for soil microorganisms. p. 781–802. In A.L. Page *et al.* (ed.), *Methods in Soil Analysis, Part 2. Chemical and microbiological properties*. ASA, Madison, WI, USA.
- Yahya, A. I. and S. K. Al-Azawi. 1989. Occurrence of phosphate-solubilizing bacteria in some Iraqi soils. *Plant Soil.* 117:135–141.
- Yin, R. L. 1988. Phosphate dissolving microorganisms in upland soils in China Soil (Turang). *Chinese Acad. Sci.* 20:243–246.
- Young, C. C. 1990. Effects of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. *Soil Sci. Plant Nutr.* 36:225–231.
- Zuberer, D. A. 1994. Recovery and enumeration of viable bacteria. p.119–144. In *Methods of Soil Analysis, part 2, Microbiological and Biochemical Properties*, eds. R. W. Weaver *et al.*, WI. USA: Soil Sci. Soc. Am., Inc.

Effect of Different Farming Practices on Soil Fertility and Population Dynamics of Soil Microorganism in Northern Taiwan

Chun-Chao Chuang

Summary

The purpose of this study was to determine the effect of different farming practices on soil fertility and population dynamics of soil microorganism in northern Taiwan. Soil samples of rhizosphere and non-rhizosphere from organic farming and non-organic farming rice and vegetable fields were collected to analyze their fertility and microorganism population. Twenty organic and 20 non-organic rice fields as well as 18 organic and 12 non-organic vegetable fields were investigated. Results showed that the biomass nitrogen and microorganism population in organic farming soil were 2 ~ 4 times higher than that in non-organic farming soil. However, the biomass nitrogen and microorganism population in vegetable field was 2 ~ 5 times higher than that in rice field. The population of microorganism in rhizosphere soil was 4 ~ 30 times higher than that in non-rhizosphere soil. The soil fertility in vegetable field was 2 times higher than that in rice field.

Key words: soil fertility, phosphate solubilizing microorganism, organic farming, conventional farming.