中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(2)：181～189（1997）

有機質肥料之主成分含量及其變異[1]

李艷琪　連　深[2]

摘要：於1991～1995年間採集市售及肥料製造業者（包括農牧廢棄物處理中心）之有機質肥料樣品共326個（含189個品牌），依其材料性質分爲，動、植物質有機肥料，堆肥（雞糞堆肥、豬糞堆肥、牛糞堆肥、樹皮堆肥）及雜項有機質肥料，測定各類肥料之主成分及重金屬含量（均以乾物%表示）。重金屬含量之調查結果已經報告。本文報告各類有機質肥料之有機質、氮、磷、鉀、鈣、鎂等主成分含量及其變異情形。

各種堆肥中有很高樣本頻率有機質含量未達規格標準。有機質含量偏低者與其灰分含量或鈣含量偏高有關。故堆肥中有機質含量之規範尚有檢討必要。

各種堆肥和雜項有機質肥料之全氮含量變域很大。全氮含量高於1.5～2.0%者即有含無機態氮機率，而全氮含量高於3%者，其機率大增。爲避免施肥不當，各種堆肥和雜項有機質肥料之全氮含量高於2.0者，無機態氮含量之標示誠有必要。各種堆肥和雜項有機質肥料在製造過程中所使用之有機資材種類、比例等亦應標示，以利其施用後之氮素礦化率預測。

關鍵詞：有機質肥料、有機質、主成分、可溶性氮含量。

前　言

近年來由於農畜廢棄物之大量產出，其妥善處理乃成爲環境之一大課題。爲促使此等農畜產廢棄物回歸土壤，有機質肥料之使用乃受到很大的鼓勵。惟有機質肥料種類多，成分複雜，許多且含有重金屬，故其品質亦受重視。據農林廳資料(1)，本省有機質肥料製造業者，截至1997年4月底，已取得肥料登記證者共227件。市售有機質肥料如包括尚未登記者，其數當會更多。由於原料之來源複雜及產製方式之多樣化，有機質肥料在品質上有極大的差異。本研究第一階段乃於1991～1993年內採集市售及肥料製造業者（包括農業廢棄物處理中心）所生產之有機質肥料共216個（含170個品牌，故部分品牌係在不同年度重複採取），依其材料性質分爲動植物質有機肥料、堆肥和雜項機質肥料，測定各類肥料之銅、鋅、鉻、鎳、鎘、鉛、砷含量，並與現行「肥料規格」有關規範比較，結果已發表(3)。

因有機質肥料之用量大，且爲增進地力，常需長期施用，故肥料中有機質和氮、鄰、鉀等要素之含量，乃至所含有機質分解和氮磷要素礦化之難易等亦倍受關切。因有機質肥料之種類多，彼此間且有混合或摻化學肥料等情形，對於現有各類有機質肥料中有機質和氮、磷、鉀等要素含量及其變異，乃有加以調查、了解必要。

本調查所分析之各種有機質肥料樣品數共有326個，其中之216個，如上述，係於1991～1993年所採，而其餘110個則於1993～1995年間繼續採得。326個樣品實含189個品牌，故部分品牌係在不同年度重複採；若干品牌且有連續四年之採樣。預料此項調查可以繼續，所建資料除了可供分類考察外，亦可供追蹤；可爲規範有機質肥料品質之參考依據。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第1899號。
2. 本所農化系助理及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

一、樣本之採集及分類

本調查（1991～1995年）所採集之有機質肥料，依各肥料之主要原料分爲㈠動、植物質有機肥料。㈡堆肥和㈢雜項有機質肥料三大類。動、植物質有機肥料包括各種油粕及米糠粕、花生殼粉等植物質有機肥料，魚渣、肉渣、蒸製骨粉、蒸製羊毛粉等動物質有機肥料，均屬最早之市售有機質肥料；我國「肥料品目及規格表」」[2]中編號5之01至39各種有機質肥料屬此。以不同動、植物質有機肥料混合所成之有機質肥料，則稱爲混合有機質肥料，「肥料品目及規格表」中編號5之61之「混合有機質肥料」屬此。堆肥原屬農家自製（以農場廢棄物藁稈和禽畜糞堆製）自用之自給肥料，但自農林業及畜牧業發展，有關廢棄物（樹皮、廢棄太空包木屑及禽畜糞等）大量產出後，其堆製方法工程化，許多產品亦已商業化市售；我國「肥料品目及規格表」中編號5之53（原品名禽畜糞堆肥，現已修改爲一般堆肥）、5 之54（現已定爲蛋雞糞堆肥，原品名爲樹皮堆肥）、5 之56（樹皮堆肥）及5之59（垃圾堆肥，原品目編號爲5之90）各種有機質肥料屬此。雜項有機質肥料主要含蓋堆肥與動植物質有機肥料混合所成之各種有機質肥料；「肥料品目及規格表」中編號5之62之雜項有機質肥料屬此。各類有機質肥料之樣品數如表 1 。

表 1. 採集之有機肥料類別及樣品數

Table 1. Classification of organic manures and the numbers of samples collected

Category	No. sample	No. brand[z]	No. registered[y]	Raw materials
1. Organic manures of animal or vegetable origin	79	42	42	
(1)Oil cake meal	(32)	(30)	(30)	soybean meal, cotton seed meal, vegetable seed meal, etc.
(2)Other vegetable organic manures	(33)	(3)	(3)	peanut husk meal, rice bran, etc.
(3)Organic manures of animal origin	(14)	(9)	(6)	meals of wool, bone, leather waste, and fish scrap etc.
2. Composts	152	62	35	
(1)Poultry and livestock waste compost	(136)	(54)	(31)	poultry, swine, cattle feces, saw dust, rice husk, etc
a.Poultry waste compost	(58)	(23)	(15)	poultry feces, saw dust, rice husk, etc
b.Swine waste compost	(54)	(23)	(13)	swine feces, saw dust, rice husk, etc
c.Cattle waste compost	(24)	(8)	(3)	cattle feces, rice husk, etc.
(2)Bark compost	(16)	(8)	(4)	bark
3. Miscellaneous organic manures vegetable origin, etc.	95	85	30	mixtures of composts and organic manures of animal or vegetable origin, etc.
Total	326	189	107	

[z] No. brand of samples
[y] No. registered fertilizer of samples

二、水分及肥料成分之分析

本調查肥料樣本成分之分析結果除了水分係以現品重量（%）表示外，其餘各種肥料成分之含量均以乾物（%）表示。

㈠水分：以樣品烘乾至恒重，所減少之重量爲水分含量[9]。

㈡有機質（灼燒法）：烘乾後之樣品，在550～600°C灰化4小時，以燃燒前後之重量差測得有機

質含量。日本地力增進法中規定泥炭及腐植酸資材均需標示有機質含量，而其公定之測定法即是灼燒法[4]惟本法對於一些摻有硫酸銨或以硫酸處理羽毛等所得之有機質肥料，則有高估其有機質含量現象，宜應注意。

㈢灰分：樣品在550～600°C灰化4小時後，其殘留者即爲灰分[11]。

㈣全碳：以元素分析儀測定[6]。

㈤全氮：以元素分析儀測定[6]。

㈥碳氮比：以元素分析儀所測得之全碳量除以同儀器所測得之全氮量得之。

㈦銨態和硝酸態氮：樣品經水萃取後過濾[7]濾液以自動分析儀測定銨態氮[8]和硝酸態氮含量[10]。

㈧其他要元素：稱取烘乾堆肥 1 克，經550°C灰化後，加 5 毫升濃硝酸在水浴上加熱至快乾涸時，再加25毫升鹽酸（1：5），再加熱20分鐘，稀釋定量至50毫升，以 ICP（感應耦合電漿分光光度計）測定磷、鈣、鎂等要素含量。以燄光度計測定鉀含量[5]。

三、資料檔（Data base）之建立

本調查於不同年度所採及分析之各種有機質肥料，均依一所述分類登錄品牌名稱、採取年度和所測得之氮、磷、鉀、鈣、鎂、有機質和灰分等成分含量和銅、鋅、鎘、鉻、鎳、鉛和砷等重金屬含量，並將之輸入電腦，以倚天中文系統和彗星一號文書處理系統建立有機質肥料資料檔，以做爲監測有機質肥料品質的依據。

結果與討論

各類有機質肥料之灰分、有機質、全氮、全磷酐、全氧化鉀、全氧化鈣、全氧化鎂、銨態氮、硝酸態氮等成分含量及碳氮比之平均值及變域如表2。由表2可見各類肥料之有機質、灰分、全氮、全磷酐、全氧化鉀以及銨態氮、硝酸態氮等可溶性氮之含量，均有很大變異。

表 2. 市售有機肥料之主成分及其變異

Table 2. The contents and variations of major constituents in the organic manure marketed

Kind of manures[z]		H_2O	Ash	O.M.[y]	TC	TN	C/N	T-P_2O_5	T-K_2O	T-CaO	T-MgO	NH_4-N	NO_3-N
		.....						(%)					.....
1. Organic manures of animal or vegetable origin													
(1)Oil cake meal	Range	1.6-17	3.48-48	52-96	26-52	2.0-7.5	3.9-26	0.6-7.1	0.7-4.2	0.2-8.6	0.2-2.4	N.D.-2.8	N.D.-0.14
	mean[x]	4.9	13.6	86	39	5.0	8.6	1.9	1.5	1.9	0.77	0.20	0.01
(2)Other vegetable	Range	3.8-67	4.0-64	36-96	21-45	0.3-3.0	11-35	0.1-2.9	0.1-11	0.01-19	0.05-2.9	N.D.-0.37	N.D.-0.01
organic manure	mean[x]	14.8	22.3	77	33	1.5	20	0.8	2.4	2.7	0.87	0.10	0.0
(3)Organic	Range	5.0-39	13-99	1.5-86	2.3-39	0.2-11	3.2-14	0.02-23	0.1-5.7	0.14-29	0.02-1.3	N.D.-4.9	N.D.-0.98
manure of animal origin	mean[x]	18	36	64	30	5.5	6.7	7.5	1.4	8.7	0.54	0.23	0.20
2. Compost													
(1)Poultry and livestock waste compost													
a.Poultry waste	Range	8.8-72	17-77	23-87	16-50	0.4-5.7	5.6-94	0.7-9.6	0.3-6.6	1.9-24	0.3-5.1	N.D.-2.8	N.D.-0.28
compost	mean[x]	30	41	59	30	2.1	19	3.7	2.1	11	1.4	0.45	0.10
b.Swine waste	Range	18-67	5-79	27-95	13-54	0.9-5.7	8.7-48	0.7-9.4	0.1-2.6	0.8-26	0.2-3.1	N.D.-2.8	N.D.-0.77
compost	mean[x]	37	38	62	29	2.5	15	2.9	1.0	8.3	0.9	0.15	0.12
c.Cattle waste	Range	6.6-68	15-64	36-85	15-41	1.2-3.9	3.9-24	0.8-5.1	0.4-3.2	1.9-23	0.7-2.4	N.D.-0.1	N.D.-0.40
compost	mean[x]	32	44	56	28	2.2	12	2.3	1.6	9.1	1.3	0.03	0.12
(2)Bark	Range	36-65	45-69	31-55	16-29	0.7-3.0	9.8-39	0.3-5.2	0.3-1.7	3.8-12	0.6-1.0	N.D.-0.03	N.D.-0.04
Compost	mean[x]	45	58	42	23	1.3	19	1.9	0.7	7.8	0.9	0.004	0.01
3. Miscellaneous	Range	0.9-52	4-97	3.0-96	0.6-49	0.7-15	0.1-50	0.05-16	0.04-20	0.01-36	0.1-6.1	N.D.-12	N.D.-2.0
organic manures	mean[x]	11	41	59	26	4.7	8.5	4.6	3.5	8.7	1.5	1.7	0.2

[z] no. of sample as indicated in Table 1.
[y] by ignition
[x] arithmatic mean

一、堆肥和雜項有機質肥料之有機質含量

各類有機質肥料之有機質含量變域及算術平均如表2。因「肥料品目及規格表」(2)中對於一般堆肥（主指禽畜糞堆肥）、蛋雞糞堆肥、樹皮堆肥和垃圾堆肥及雜項有機質肥料，均有有機質含量之低限規格，而對於其他有機質肥料（動、植物質類有機肥料）則無，故僅就各種堆肥和雜項有機質肥料之有機質含量考察討論。爲易於明瞭起見，乃將各種禽畜糞堆肥和雜項有機肥料之有機質含量樣品數累積頻度分布分別示於圖1及2。

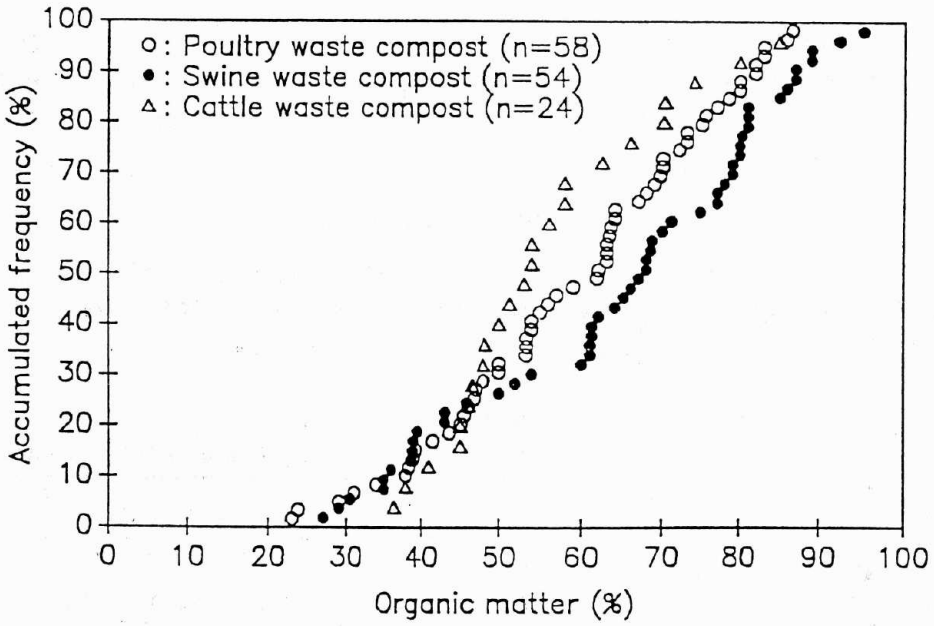


圖 1. 各種禽畜糞堆肥有機質含量之樣品數累積頻度分佈
Fig. 1. Cumulative frequency of the contents of organic matter in the poultry, swine and cattle waste composts

依照該規格，堆肥之有機質含量應在60%以上（蛋雞糞堆肥例外，亦應在40%以上）。雜項有機質肥料亦規定有機質含量應高於40%。由圖1可見各種禽畜糞堆肥有很高樣本頻率其有機質含量低於品質規格；豬糞堆肥和牛糞堆肥之有機質含量未達60%者達各樣本數之30及70%。雞糞堆肥之有機質含量低於40%者亦達樣品數之15%。

有機質含量與灰分含量有顯著的負相關（圖2），而灰分則與鈣含量有顯著的正相關（圖3）。可見各種禽畜糞堆肥中之有機質含量偏低係與其灰分或鈣含量較高有關。至於灰分或鈣含量之所以較高，很多情形則與堆肥過程中施加石灰或蚵殼粉，以促進醱酵有關，惟其用量如高則勢必降低有機質含量致使其無法達到規定標準，詳細有待進一步考察。

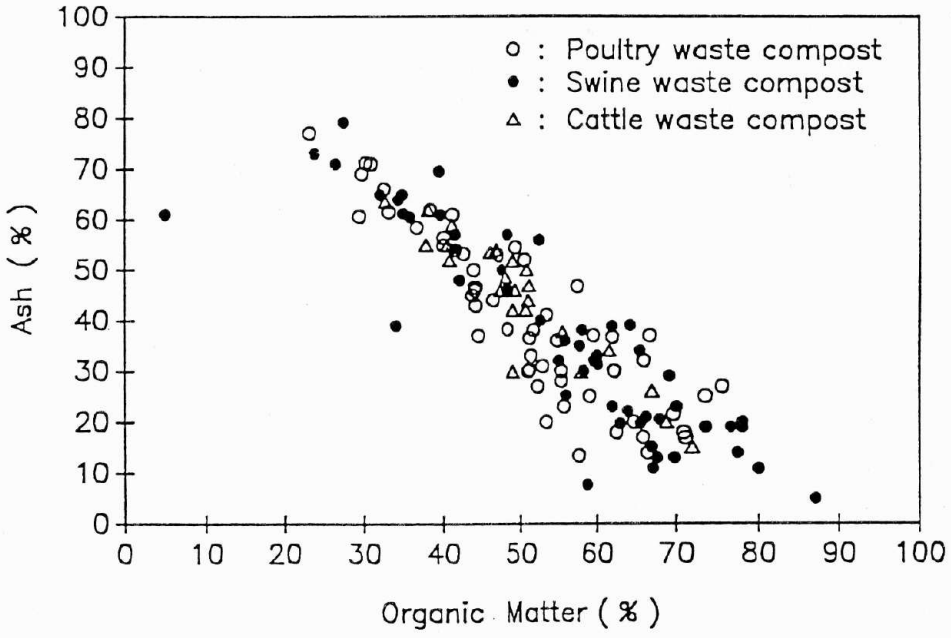


圖 2. 各種禽畜糞堆肥之有機質含量與灰分含量之關係

Fig. 2. Relationship between the contents of organic matter and ash in the poultry, swine and cattle waste composts

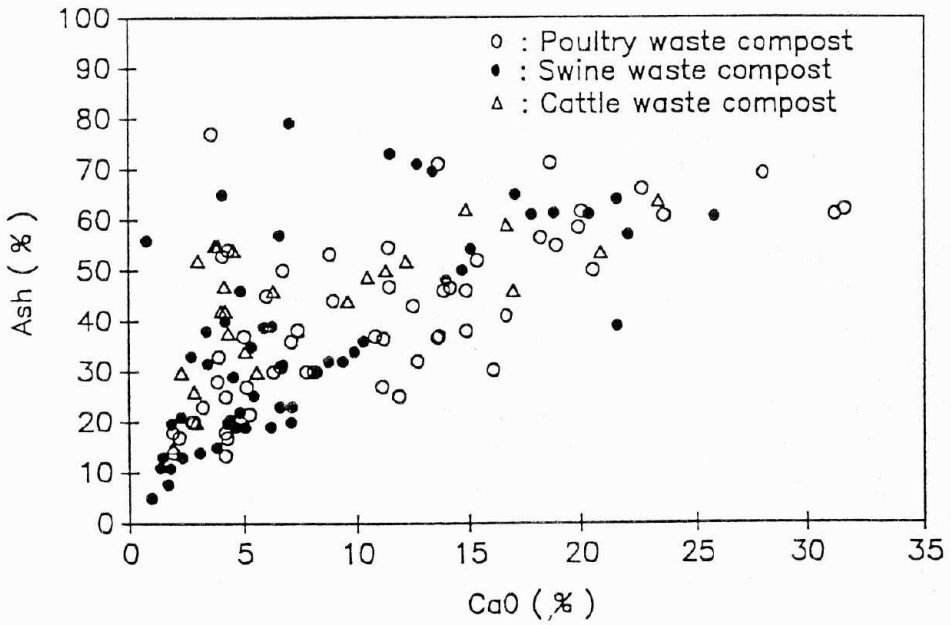


圖 3. 各種禽畜糞堆肥之鈣含量與灰分含量之關係

Fig. 3. Relationship between the contents of calcium and ash in the poultry, swine and cattle waste composts

樹皮堆肥之有機質含量在31～55%範圍，與現行肥料品質規格中規定樹皮堆肥全碳含量40～50%（折算有機質含量69～86%）比較，亦顯然偏低，故對樹皮堆肥之品質規格亦有進一步探討必要。

雜項有機質肥料之有機質含量變域及算術平均已示於表 2 。爲易於明瞭起見，亦將其樣品數累積頻度分布表示於圖 4 。由圖 4 可見雜項有機質肥料中其有機質含量未達40%規格者亦是相當多，約佔樣品數之20%。

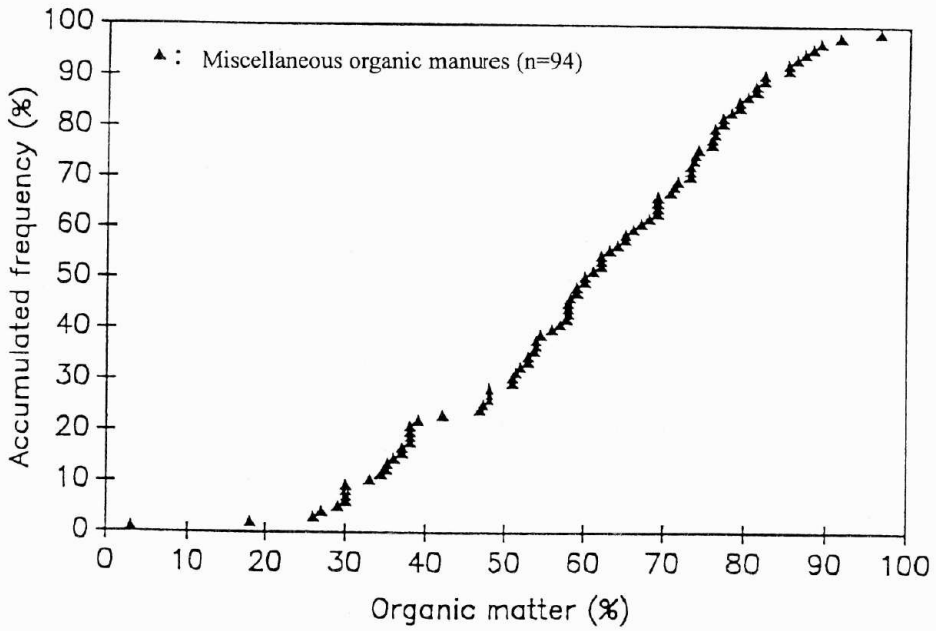


圖 4. 雜項有機質肥料有機質含量之樣品數累積頻度分佈
Fig. 4. Cumulative frequency of the contents of organic matter in the miscellaneous organic mamure

二、堆肥和雜項有機質肥料之全氮、銨態氮和硝酸態氮含量

各種有機質肥料之三要素含量，變域很大（表2）。就動、植物質有機肥料而言，因其品目多，各個品目之要素含量規格原來就有很大的差異，這種樣品測值之變域並不值得注意，惟就各種堆肥和雜項有機質肥料而言，因其品目單純，其不同品牌間成分上之大幅差異就直待重視。爰特就各種堆肥和雜項有機質肥料之全氮和銨態、硝酸態氮等含量，加以考察。

由表 2 可見各種禽畜糞堆肥之全氮含量變域很大，其含量有高至 5.7 %者；銨態氮含量亦有高至 2.8%者。正常之堆肥當不致於含有如此顯著之無機態氮素。雜項有機質肥料之全氮含量和銨態氮含量之變域則較堆肥更大，其銨態氮含量且有高至12%者。（按現行肥料品質規格；有機質肥料中氮、磷酐、氧化鉀之任二要素含量高於15%者，應歸爲複合肥料，稱爲含有機質複合肥料。）

由圖5可見各種禽畜糞堆肥中，雞糞堆肥和豬糞堆肥之無機態氮含量較爲顯著。概言之，當堆肥中之全氮含量超過1.5～2.0%者，就應注意其是否含有銨態氮等無機態氮素；當全氮量超過3%者，其含無機態氮之機會必然大增。

雜項有機質肥料之含有無機態氮素事實更爲顯著（圖6）。全氮含量高於1.5～2.0%者就有含無

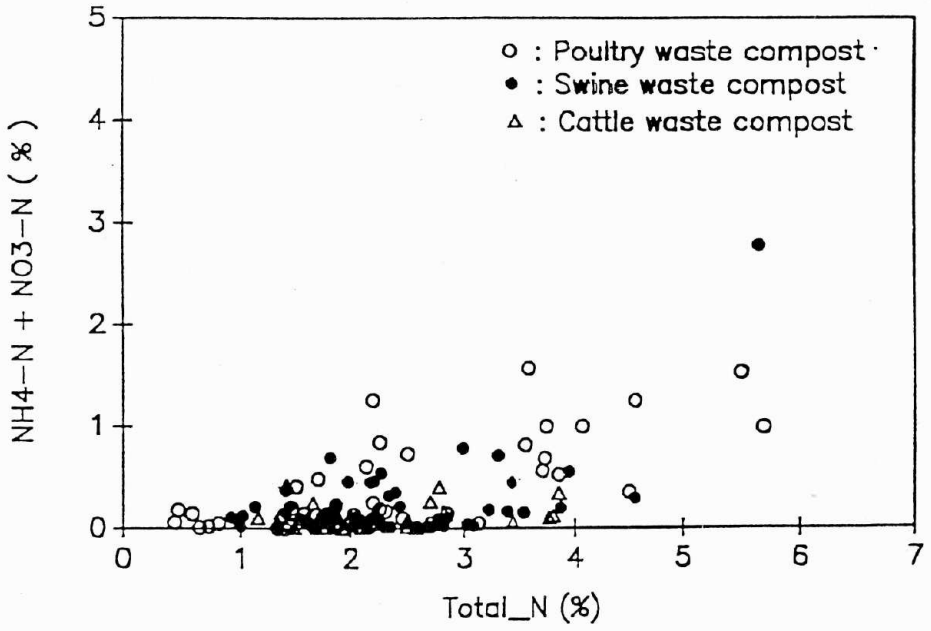


圖 5. 禽糞堆肥之全氮含量與無機態氮（銨態氮＋硝酸態氮）含量之關係

Fig. 5. Relationship between the contents of total nitrogen and inorganic nitrogen (NH_4-N+NO_3-N) in the poultry, swine and cattle waste composts

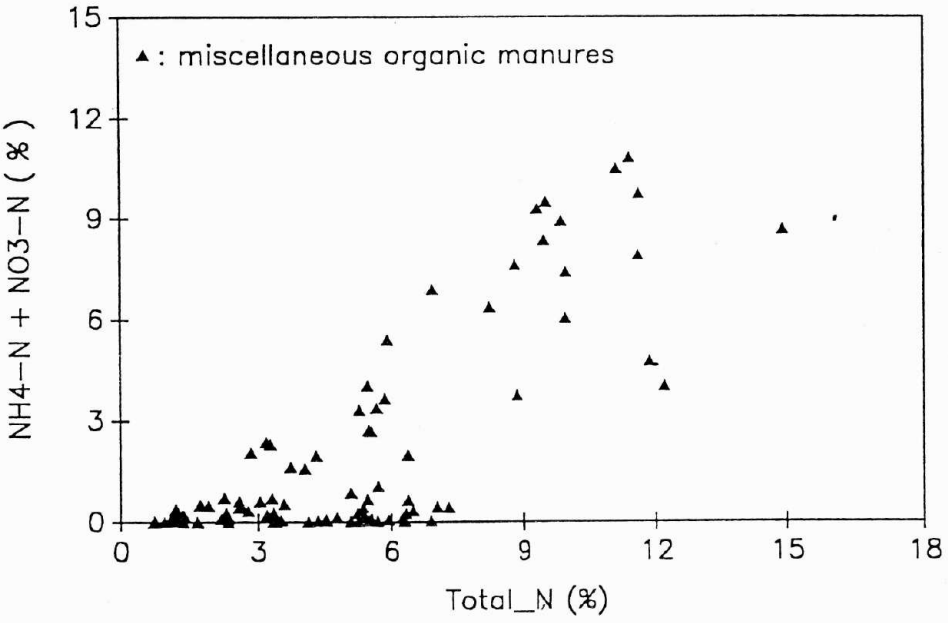


圖 6. 雜項有機質肥料之全氮含量與無機態氮（銨態和硝酸態）含量之關係

Fig. 6. Relationship between the contents of total nitrogen and inorganic nitrogen (NH_4-N and NO_3-N) in the miscellaneous organic manures

機態氮素之機率，而全氮含量高於3%者，必然含有顯著的無機態氮素。

由於正常之堆肥及一般動、植物質有機肥料所含無機態氮都很低，故上述無機態氮之摻入途徑宜加注意。又因有機肥料中之氮通常都要經過土壤中之微生物分解、礦化過程，始能釋出無機態氮供作物吸收，而有機質肥料中氮素之礦化速率亦依其製造過程中所使用之有機資材種類而有大致上的原則可循，故有機質肥料製造過程中所使用之有機資材種類及用量比例應加標示。又有機質肥料中如摻有化肥態氮素，其含量亦需加以測定並予標示，施用者才能預估其肥效，施用量才能節制；才不致於發生施肥過多的問題。

誌 謝

本試驗承蒙行政院農業委員會經費補助，謹此誌謝。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳。1997。臺灣省各縣市生產有機質肥料業者名册。臺灣省政府農林廳農產科編印。
2. 行政院農業委員會。1997。肥料登記證申請及發證須知、肥料品目及規格表。行政院農業委員會編印。
3. 連深、李艷琪。1994。有機質肥料之重金屬含量及「肥料規格」之有關範。中華農業研究43：412～424。
4. 農林水產農業園藝局農產課(地力問題研究會)。1985。地力增進法解說。泥炭及腐植酸質資材之試驗方法131頁。
5. 農林水產省農業環境技術研究所。1987。肥料分析法。日本。
6. Baccanti, M., and B. Colombo. 1991.A New Method for the Automatic and Selective Determination of Total Organic Carbon in Sediments, Soil, Compost, Particles in Air, etc. Elemental Analyzer 研討會資料。汎泰儀器有限公司。
7. Cataldo, D.A., M. Haroon., L.E. Schrader, and V.L. Youngs. 1975. Determination of nitrate in plant tissues. Soil Science and Plant Analysis.6(1) : 71—80.
8. EPA-600/4-79-020. 1984. Nitrogen Ammonia. Method 350.1 (Colorimetric, Automated Phenate). Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes. U.S. Environmental Protection Agency., Cincinati, OH.
9. Greenberg, A.E., J.J. Conners, and D. Jenkins. 1982. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. pp. 543—558. 15th ed., Amer. Pub. Health Assoc., Washington D.C.,
10. Norwitz, G., and P.N. Keliher. 1986. Study of Interferences in the Spectrophotometric Determination of Nitrite Using Composite Diazotisation-Coupling Reagents. Analyst. 111 : 1033—1037.
11. Williama, S. Official Methods of Analysis. pp. 34—37. 1984. 14th ed., The Association of Official Analytical Chemists.

46-2-7

Contents and Variations of the Major Constituents in the Organic Manures in Taiwan[1]

Yahn-Chir Lee and Shen Lian[2]

Summary

Three hundred and sixteen samples of organic manures were collected from either the manufacturers or sellers during 1991～195. The manures were classified into : (1)composts, i. e., poultry, swine and cattle waste compost, and bark compost; (2)organic manures of either animal or vegetable origin, including fish scrap, steamed bone meal, soybean cake meal and rape seed cake meal, etc.; and (3) the miscellaneous organic manures, which are the mixtures of compost and other kind of organic manures. The contents of heavy metals and major constituents in the manures have been analyzed and a data base has been constructed for quality monitoring.The contents of heavy metals had been reported previously (Journal of Agricultural Research of China, Volume 43,1994).

The current criteria of organic matter content for most of the composts is 60% (on dry weight basis). Many of the samples analyzed, however, were found lower than this criteria. It is recommended that the criteria re-examined.

The variations of the contents of major constituents (NPK) were great, among the organic manures. The content of nitrogen ranges fron 0.5 to 5.7% in the composts. The variation was even greater in the miscellaneous organic manures (0.7～15.0%). The contents of inorganic nitrogen, particularly those of ammonium nitrogen were significant, when the contents of total nitrogen were greater than 1.5%, possibly due to the admixing of chemical fertilizer during manufacturing. The indication of the forms and respective contents of nitrogen in addition to the total content is therefore necessary for the sake of proper application of organic manures.

Key words : Organic manures, Organic matter, Major constituents, Soluble nitrogen.

---

1. Contribution No.1899 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Research Assistant and Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.