中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）43(4)：412～424（1994）

有機質肥料之重金屬含量及「肥料規格」之有關規範[1]

連　深　李艷琪[2]

摘要：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，依其材料性質分爲雞糞堆肥、豬糞堆肥、牛糞堆肥、樹皮堆肥、動植物質肥料及雜項有機質肥料，測定各類肥料之銅、鋅、鉻、鎳、鎘、鉛、砷含量，結果如下。雞糞堆肥和豬糞堆肥均含顯著的銅和鋅；雞糞堆肥和豬糞堆肥之銅含量各在9～394及6～301mg/kg範圍，其中超過100mg/kg者達各樣本數之約33及42%；鋅含量各在56～1,147及35～623mg/kg範圍，其中超過500mg/kg者亦達各樣本數之9和5%。現行肥料品目規格中禽畜糞堆肥銅含量之高限爲100mg/kg，可見相當部分的雞糞堆肥和豬糞堆肥均超此高限。鋅含量之高限雖然尚無規定，惟鑒於垃圾堆肥之鋅含量高限已定爲500mg/kg，若干禽畜糞堆肥的高鋅含量仍值注意。豬糞堆肥之鉻含量在3～8,486mg/kg範圍，其中超過150mg/kg者達樣本數之約33%。雜項有機質肥料之鉻含量亦相當顯著，超過150mg/kg者達樣本數之約18%。又豬糞堆肥之鎳含量在4～176mg/kg範圍，超過25mg/kg者佔樣本數之約33%。雜項有機質肥料之鎳含量則在2～92mg/kg範圍，超過25mg/kg者亦達樣本數之22%左右。部份豬糞堆肥和雜項有機質肥料之所以含較高鉻和鎳，係主要與製造過程中皮革粉之摻入有關。現有肥料規格中有關雜項有機質肥料之鉻、鎳含量高限爲：每含1.0鹼度計，鉻不得超過0.1%，鎳不得超過0.01%。由於雜項有機質肥料或豬糞堆肥之鹼度相當高，故其鉻、鎳含量之高限亦必提高；例如鹼度10%者鉻、鎳含量高限應各爲1%及0.1%。故上述肥料中即使鉻含量高達8,000 mg/kg，或鎳含量高達180mg/kg，仍未超過高限。但另一方面，現行肥料規格或肥料國家標準卻規定垃圾堆肥中鉻和鎳各不得高於150及25mg/kg。若依此標準觀之，則上述肥料所含鉻和鎳是否適當，仍值注意。肥料規格中垃圾堆肥之鎘、鉛和砷高限各爲5、150及50 mg/kg。依此標準衡之，除了雜項有機質肥料之極少數外，本調查所涵蓋之有機質肥料之絕大部分均符合規定。

關鍵詞：有機質肥料、重金屬。

據農林廳資料[2]，本省有機質肥料製造業者，截至1993年12月底，已取得肥料登記證者，共有97家，128件。市售之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。有機質肥料如原料或加工過程中受到重金屬污染，則肥料中之重金屬偏高，將污染土壤與農產品，繼而影響生態環境與人體健康，值得重視[10]。楊等[7]曾調查11種市售堆肥，結果報告，以豬糞爲材料所製堆肥含銅、鋅和錳的量較高，且有甚大變異；各爲100～1,037，1,533～9,670及633～2,071mg/kg。林等[5]亦曾調查市售肥料樣品56個，惟指出含量較高之重金屬爲鉻、鎳、鋅等三種。Harada et al.[9]亦曾調查日本豬、雞糞堆肥之重金屬含量，指出其銅、鋅含量相當高，係由於飼料中所予者。

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1751 號。
2. 本所農業化學系研究員兼系主任及助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

由於有機質肥料之用量大，且爲增進地力，常需長期施用，故其重金屬含量倍受關切。又因原料來源複雜及肥料製造業者衆多，故亟需擴大採樣，調查分析，以便建檔和分類考察，可爲管制有機質肥料品質，防止污染之依據。

材料與方法

一、肥料樣本之採集及分類：

至全省各地肥料工廠、堆肥處理中心及農業資材行收集或購買不同廠牌有機質肥料（但胺基酸液肥、海藻精等液狀有機質肥料及地方菌、立花菌等微生物性有機肥料除外）；自1991至1993共採集樣品216個（其中部分樣品係在不同年間重複採取）。故本調查所採樣本可大略含蓋全省所有有機質肥料之種類及廠牌。

所採集之有機質肥料，依各肥料之主要原料可分爲㈠動、植物質有機肥料、㈡堆肥和㈢雜項有機質肥料三大類，如表1所示。

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

Kinds of manures	No. of Sample	Raw materials
1. 動、植物質有機肥料 Organic manures of animal or vegetable origin	53	
(1)油粕類肥料 Oil cake meal	(28)	大豆粕、棉子粕、菜子粕等 soybean meal, cotton seed meal, vegetable seed meal, etc.
(2)其他植物質有機肥料 Other vegetable organic manures	(13)	花生殼粉、米糠等 peanut husk meal, rice bran, etc.
(3)動物質有機肥料 Organic manures of animal origin	(12)	羊毛粉、骨粉、魚渣、皮革粉等 meals of wool, bone, fish scrap and leather waste, etc.
2. 堆肥 Composts	91	
(1)雞糞堆肥 Poultry waste compost	(35)	雞糞、木屑、穀殼等 poultry feces, saw dust, rice husk, etc
(2)豬糞堆肥 Swine waste compost	(36)	豬糞、木屑、粗糠等 swine feces, saw dust, rice husk, etc
(3)牛糞堆肥 Cattle waste compost	(10)	牛糞、穀殼等 cattle feces, rice husk, etc.
(4)樹皮堆肥 Bark compost	(10)	樹皮 bark
3. 雜項有機質肥料 Miscellaneous organic manures	72	各種動、植物質肥料及堆肥等 mixtures of composts and organic manures of animal or vegetable origin, etc.
合　　計 (Total)	216	

㈠動、植物質肥料 (Organic manures of animal or vegetable origin)

此等肥料係屬傳統上最早市販的有機質肥料，可依其原料再分爲；油粕類肥料、其他植物質肥料和動物質肥料，樣本數各爲28、13及12個。油粕類肥料包括棉子粕、蓖麻粕、花生粕和大豆粕等，多數均爲進口者，或爲進口物之加工副產品。其他植物質肥料則包括花生殼、菸莖

、米糠等，均爲本地之農場副產物或廢棄物。動物質肥料則包括羊毛粉、皮革粉、骨粉和魚渣等，亦是泰半由外國進口者。此等動物質肥料和植物質肥料亦是日本肥料管理法中唯一稱爲「有機質肥料」而以「普通肥料」名義管理者；訂有品目及品目別公定規格（其他有機質肥料則歸爲特殊肥料，未訂有品質規格）。此等肥料在農委會公告之「肥料品目及規格表」中亦訂有品目及各品目別特定的保證成分。

此等肥料除了以各原品販賣者外（均歸爲動、植物質有機質肥料），亦有很多是用來摻入樹皮、雞糞、豬糞或菇菌類廢包木屑等以製造堆肥者和用來與製好的堆肥混合者；在本調查中前者歸於堆肥，後者則歸爲雜項有機質肥料。依照「肥料品目及規格表」之分類或日本肥料管理法之分類，動物質肥料間或植物質肥料間，或動植物肥料間混合所成肥料應稱混合有機質肥料，但因此等肥料亦往往混有雞糞或有關的堆肥，故混合有機肥料與雜項有機質肥料實已難區別，在本調查中爲簡便計，不另立混合有機質肥料項目，而均歸於雜項有機質肥料。

㈡堆肥（Compost）

本調查樣本中所歸類之堆肥並不包括農家自製者。其大多數均爲業者所產製，以不同廠牌銷售，少部分則爲農林廳輔導之大中型堆肥處理中心所產製，亦是對外銷售者。本類堆肥係以禽畜糞等畜產廢棄物與木屑（來自菇菌廢棄包）、穀殼等農產廢棄物混合堆積醱酵所成；亦依材料的主要來源再分爲雞糞堆肥、豬糞堆肥、牛糞堆肥和樹皮堆肥，在本調查中所分析之樣本數各有35、36、10和10個。

以菇菌廢包的木屑所堆製的堆肥，在本調查中不另歸爲木屑堆肥；因此項木屑一般都用來摻加雞糞或豬糞以堆製堆肥，故歸爲雞糞堆肥或豬糞堆肥之類。在「肥料品目及規格表」中，雞糞堆肥、豬糞堆肥和牛糞堆肥係歸爲同一品目，禽畜糞堆肥。

㈢雜項有機質肥料（Miscellaneous organic manures）

本調查歸爲雜項有機質肥料者，成分最爲複雜，係動物質肥料、植物質肥料和堆肥等混合所成（如單純以動物質肥料或植物質肥料混合者，稱爲混合有機質肥料，仍歸爲動、植物質有機肥料類），其中亦有很多是摻有化學肥料之有機複合肥料，一些不易歸類之有機質肥料亦歸爲此類，故廠牌最多，樣本數共有72個。本類肥料與「肥料品目及規格表」中之雜項有機質肥料相當。（禽畜糞堆肥及樹皮堆肥在其堆製過程亦摻有動、植物質肥料，但因原料的比例上係以禽畜糞和樹皮爲主，故歸爲堆肥，而與雜項有機質肥料有所區別）。

二、肥料成分及重金屬含量之分析：

取 1 克樣品於磁製坩堝，經灰化後，在水浴上先以 5 毫升濃硝酸（試藥級）加熱處理，後以25毫升稀鹽酸（試藥級）加熱溶解。過濾後之濾液則以 ICP（感應耦合電漿分光光度計）測定銅、鋅、鎘、鉻、鎳、鉛等含量。砷之定量則取 2 克樣品於三角瓶，加濃硫酸、濃硝酸和過氯酸（均爲試藥級）各 2 、 5 和20毫升，置於加熱板上加熱分解，接近乾涸時再追加少量硝酸和過氯酸，繼續加熱至過氯酸的白煙產生並近乾涸止，放冷後加水溶解，過濾之濾液亦以 ICP 測定。

另將標準樣品多種，以同上方法測定各種元素含量，結果測值與標準樣品之標示值符合；顯示本調查所使用之化學分析方法可靠，將以另文報告。

三、樣本各種重金屬含量之累積頻度統計分析：

類似土壤中各種重金屬含量之頻度分布，有機質肥料重金屬含量之頻度分布型亦偏向對數之常態分布（log normal distribution）。以本調查結果資料中豬糞堆肥和雞糞堆肥各36個和35個銅含量爲例，以其經過對數變換者和未經過對數變換者各以五分割法[8]比較其頻度分布圖與常態分布之適合性（fitness），顯示兩種堆肥之銅含量頻度分布型均偏向對數之常態分布，如圖 1 及 2 。又含量之頻度如改以其累積頻度百分率表示，更易顯示其大於某特定含量之樣本數百分率，一目瞭然。含量

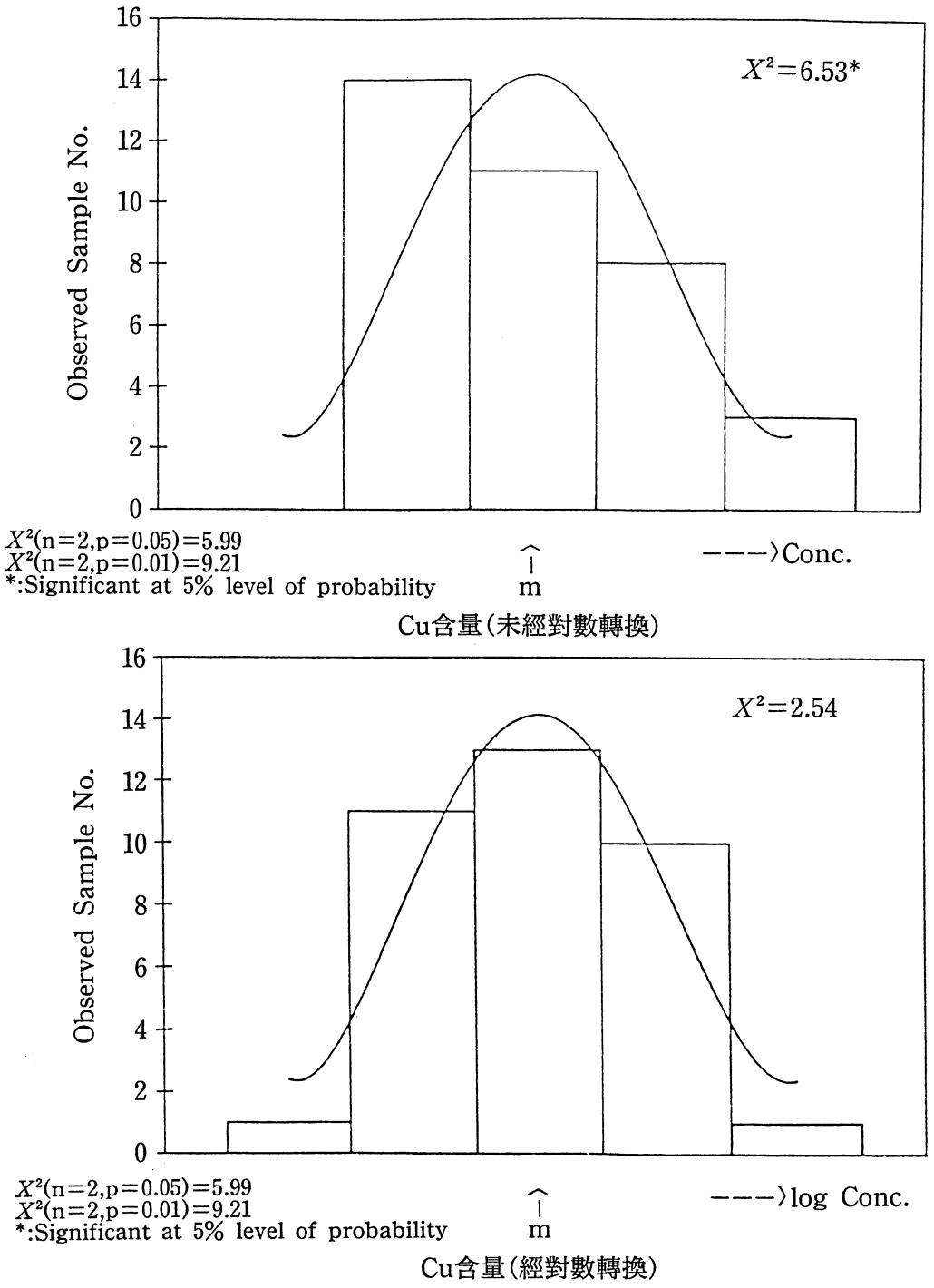


圖1. 豬糞堆肥36個樣品之銅含量經過對數轉換與否之頻度分布型比較

Fig. 1. Comparison of the patterns of frequency distribution of copper concentration untransformed and log-transformed in the 36 swine waste composts

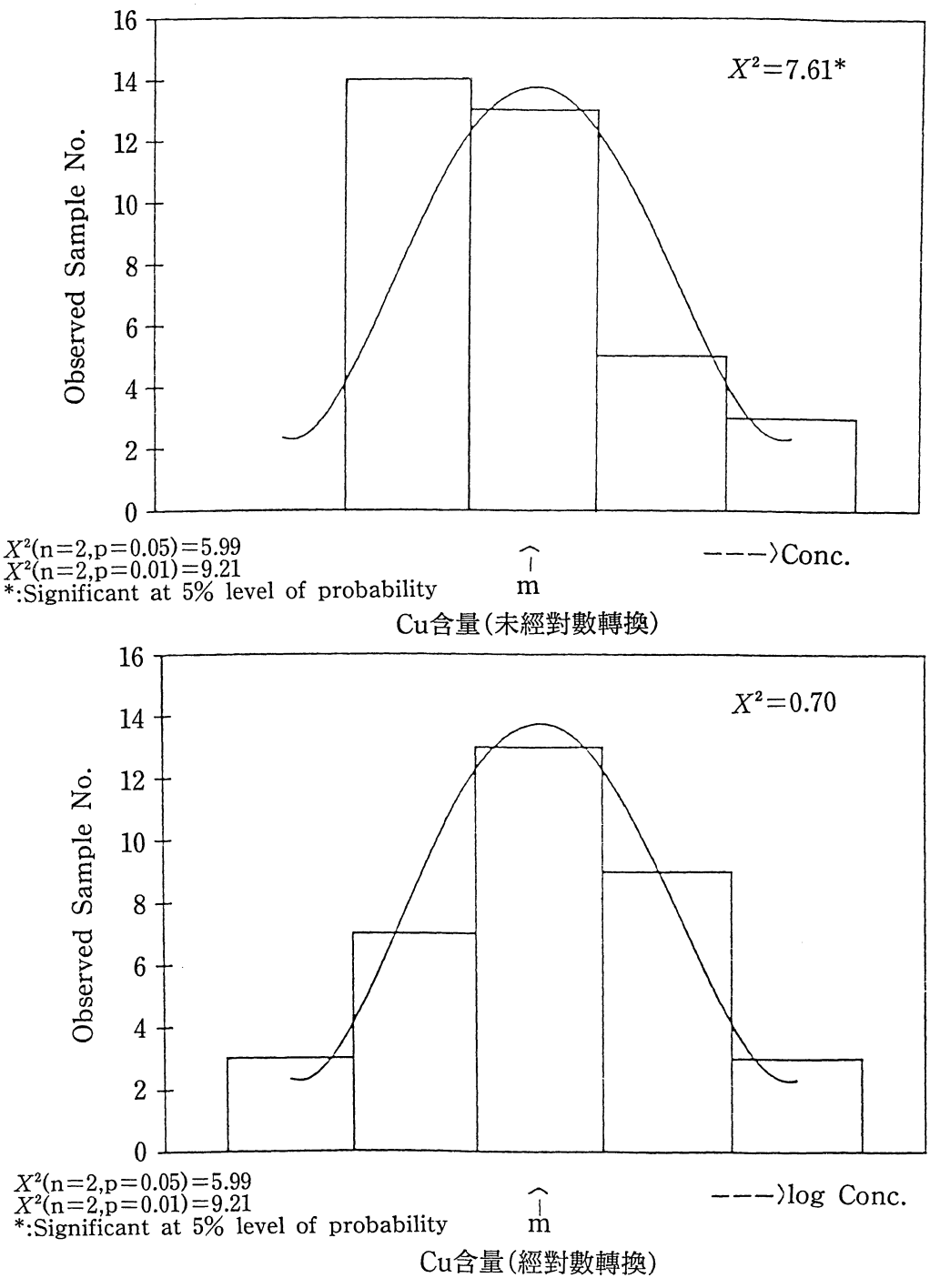


圖2. 雞糞堆肥35個樣品之銅含量經過對數轉換與否之頻度分布型比較

Fig 2. Comparison of the patterns of frequency distribution of copper concentration untransformed and log-transformed in the 35 poultry waste composts

之累積頻度百分率（Xi），亦即含量在某特定值及其以下之樣本數百分率，乃以下式計得：Xi＝（i－0.5）/n×100；i 爲含量由小而大所排之樣本序碼，n 爲樣品總數。此累積頻度百分率如更以常態分布的分位數（Gaussian quantile）尺度標示（累積頻度之常態分布分位數係以累積頻度對應常態分布的分位數表，table of the quantile for the Gaussian distribution, S'teel and Torrie,1980[12] 所查得），則含量的對數與累積頻度對應之常態分布分位數在XY座標上所畫出的點，如成直線，亦可顯示其屬對數常態分布[11]；此時之累積頻度（%）實與常態分布的機率相同。即使所畫出的點不成直線，即其分布型並非對數常態因而不能確定頻度之機率，仍可單純的表示其大於某特定含量之樣本百分率。

由於以上兩種理由，本調查肥料樣本中各種重金屬含量於 X 座標表示時，其尺度（scale）乃用對數值，而含量之頻度爲易於明瞭起見，乃用其累積頻度表示，並以其常態分布的分位數（Gaussian quantile）爲尺度。

四、資料檔（Data basis）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（此等成分含量將以另文報告），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。此項資料檔如能繼續擴充，將爲監測有機質肥料品質的重要依據。

結果與討論

各類有機質肥料之重金屬含量變域、中值和各種平均值，如表 2。爲易於明瞭雞糞堆肥和豬糞堆肥偏高之銅、鋅含量起見，乃將含量之樣品數累積頻度各示於圖 3 及 4。另亦爲顯示豬糞堆肥和雜項有機質肥料偏高之鉻、鎳含量起見，亦將含量之樣品數累積頻度各示於圖 5 及 6。

一、銅

雞糞堆肥和豬糞堆肥之銅含量分別在9～394及6～301mg/kg範圍（表 2），其中超過100mg/kg者達各樣品數之約33和42%左右（圖 3）；二者銅含量之累積頻度分布亦甚相似。一般以爲只有豬糞堆肥含有較高的銅，但本調查結果卻顯示雞糞堆肥亦是。Harada et al[9]亦報告日本豬糞堆肥中銅含量高於100mg/kg者佔樣本數之70%，至於雞糞堆肥之銅含量則較低；高於100mg/kg者僅佔樣本數之10%。

李等[4]指出豬隻糞便及糞尿之銅含量隨飼料中銅之添加量增加而增高，且隨餵時間延長，豬隻的糞便的尿中銅的排放量也隨之增高。當添加100、175、250、325mg/kg銅於各處理飼料後，其糞便中銅含量增爲對照組（未添加銅）之 7、10、16、20倍之多。Harada et al.[9]則指出豬糞中各種重金屬含量均顯著高於豬飼料；豬糞的銅、鋅含量各爲飼料中之4.9～7.6及3.2～4.5倍。可見豬糞堆肥所含銅係來自飼料；預料雞糞堆肥之銅亦是。

雜項有機質肥料之銅含量亦有偏高者；其變域在2～234mg/kg，超過100mg/kg者佔樣本數之10%左右。

無論是豬糞堆肥、雞糞堆肥或雜項有機質肥料，其不同年度所採樣本之銅含量，均尚難看出年度間之任何顯著差異，如表 3 所示。

表2. 各類有機質肥料之重金屬含量（變域、中值、算術平均、幾何平均，單位 mg/kg乾基）
Table 2. Ranges, median and means of heavy metal concentrations in various kinds of organic manures

Kind of manures	No. of Sample	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	As
1. 動、植物質有機肥料	(Organic manures of animal or vegetable origin)							
(1)油粕類肥料	(28)							
Oil cake meal	range	9-161	37-372	0-2.5	0.2-24	1.4-15	0.3-27	0.7-13
	median	15	47	0	4.3	6.2	2.9	0.87
	mean[z]	24	73	0.27	5.7	6.3	4.5	2.6
	mean[y]	18	60	0.03	4.1	5.6	2.9	0.43
(2)其他植物質	(13)							
有機肥料	range	1.4-30	10-127	0-0.2	2.1-15	4.0-5.7	0.3-5.1	1.6-100
Other vegetable	median	8.5	43	0	6.3	5.3	4.0	3.6
organic manure	mean[z]	15	53	0.03	6.7	4.9	3.0	36
	mean[y]	9.3	39	0	5.1	4.8	2.1	10
(3)動物質	(12)							
有機肥料								
Organic manure	range	1.0-561	42-2827	0.-4.8	2-54324	0.7-415	1.4-37	0-66
of animal	median	20	85	0	11	6.0	4.1	2.0
origin	mean[z]	84	424	0.68	6,252	47	7.2	9.7
	mean[y]	21	144	0.04	37	6.8	4.4	1.1
2. 堆肥 (Composts)								
(1)雞糞堆肥	(35)							
Poultry waste	range	9-394	56-1147	0-6.2	1-282	1.1-30	0-183	0-27.3
compost	median	63	263	1.1	13	12	8.0	7.8
	mean[z]	99	286	1.4	23	12	14	9.6
	mean[y]	63	245	0.9	13	10	5.4	5.7
(2)豬糞堆肥	(36)							
Swine waste	range	6-301	35-623	0-7.0	3-8486	3.5-176	0.5-60	1.5-113
compost	median	83	232	1.7	29	19	14	14
	mean[z]	101	232	1.9	898	32	17	18
	mean[y]	77	193	0.7	70	20	13	13
(3)牛糞堆肥	(10)							
Cattle waste	range	14-225	51-308	0-3.7	3.1-314	4.3-18.6	1.6-19	0.3-24
compost	median	46	164	1.22	13	11	6.8	17
	mean[z]	82	152	1.36	39	11	7.4	13
	mean[y]	56	127	0.42	14	10	5.8	7.3
(4)樹皮堆肥	(10)							
Bark compost	range	22-52	77-216	1.9-5.6	21-46	12-31	13-34	0.9-65
	median	34	115	3.2	27	23	23	21
	mean[z]	34	127	3.4	28	23	23	25
	mean[y]	33	119	3.2	27	22	22	15
3. 雜項有機質肥料	(72)							
(Miscellaneous	range	2.4-234	5-814	0-5.6	2-9196	2.4-92	0-150	0-57
organic	median	22	108	0.8	25	11	5.9	9.4
manures)	mean[z]	38	163	1.2	469	18	11	13
	mean[y]	22	111	0.4	41	12	6.1	5.3

[z] arithmetic mean
[y] geometric mean

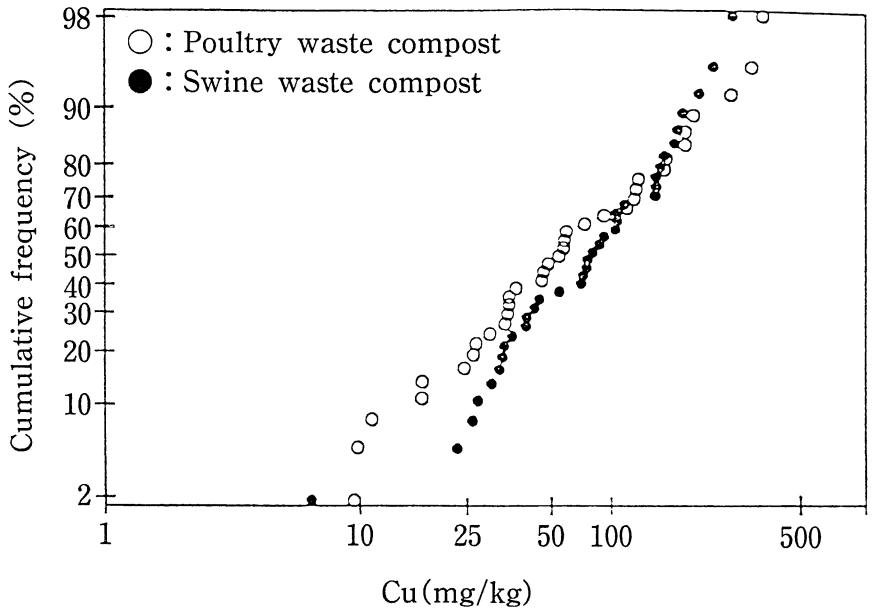


圖3. 雞糞堆肥和豬糞堆肥各35個和36個樣品銅含量之樣品數累積頻度分布

Fig. 3. Cumulative frequency (in quantile scale) of log-transformed concentration of copper in the 35 poultry and 36 swine waste composts

表3. 豬、雞糞堆肥和雜項有機質肥料銅、鋅含量之年度間差異比較

Table 3. Comparison on the concentration differences of copper and zinc between the samples of different years in various organic manures

Kind of manures	year of sampling	No. of sample	Cu mg/kg	Zn mg/kg
豬糞堆肥	80	12	91± 76[z]	190±151
Swine waste compost	81	10	127±53	242± 84
	82	14	156±184	924±203
			F=0.898[y]	F=1.481
雞糞堆肥	80	13	112± 62	340±164
Poultry waste compost	81	11	114±122	266±312
	82	11	108±147	244±104
			F=0.008	F=0.735
雜項有機質肥料	80	15	37±38	155±108
Miscellaneous organic	81	17	41±57	132±103
manure	82	40	38±48	209±216
			F=0.032	F=1.369

[z] mean±standard error

[y] F test ($F_{0.05,2,33}=3.284$; $F_{0.05,2,32}=3.296$; $F_{0.05,2,69}=3.132$)

二、鋅

雞糞堆肥和豬糞堆肥的鋅含量各在56～1,147和35～623mg/kg範圍（表 2），其中超過500mg/kg者，達各樣本數之約 9 和 5 %（圖 4）。Harada et al.[9]所報告之日本雞糞堆肥和豬糞堆肥中鋅含量甚至比本調查所報告者高；超過500mg/kg者達各樣本數之20及50%。因雞和豬的飼料中亦均含相當高的鋅，故雞糞堆肥和豬糞堆肥之鋅含量亦均來自其飼料。雜項有機質肥料之鋅含量亦有偏高者；其變域在5～814mg/kg（表 2），超過500mg/kg者亦如豬糞堆肥，佔樣本數之 5 %左右。

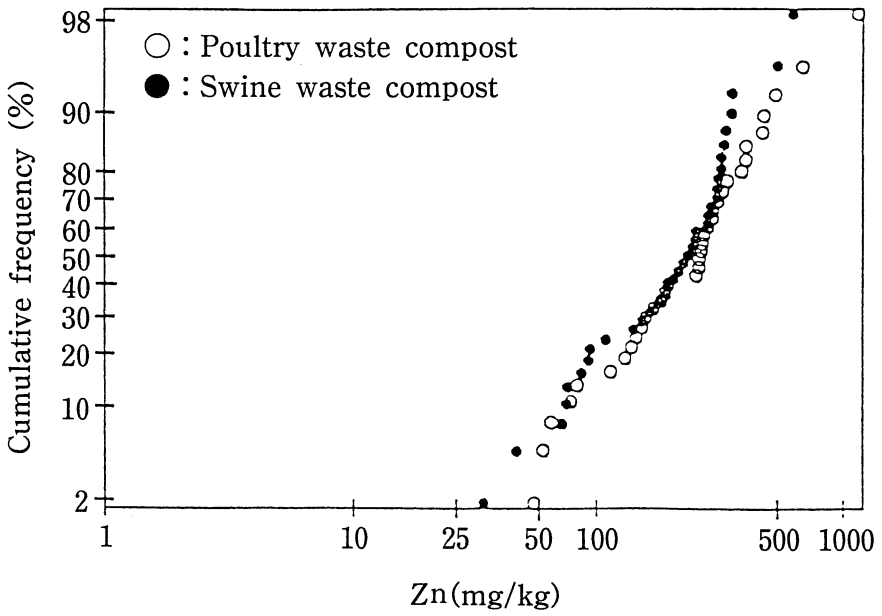


圖4. 雞糞堆肥和豬糞堆肥各35個和36個樣品鋅含量之樣品數累積頻度分布

Fig. 4. Cumulative frequency (in quantile scale) of log-transformed concentration of zinc in the 35 poultry and 36 swine waste composts

無論是豬糞堆肥、雞糞堆肥或雜項有機質肥料，其不同年度所採樣本之鋅含量，均尚難看出年度間之任何顯著差異，如表 3 所示。

現行肥料品目規格[1,3]中禽畜糞堆肥中銅含量之高限爲100mg/kg。鋅含量之高限雖然尚無規定，惟鑒於垃圾堆肥之鋅含量高限已定爲500mg/kg，若干堆肥的高鋅含量仍值注意。由於臺灣地區的農作物甚少缺銅和鋅，因而對含銅、鋅有機質肥料之施用，應加以注意，以防污染土壤。

三、鉻、鎳

豬糞堆肥之鉻含量在3～8,486mg/kg範圍；其中超過150mg/kg者達樣本數之約33%。雜項有機質肥料之鉻含量亦相當顯著，在2～9,196mg/kg範圍，超過150mg/kg者達本數之約18%。二者鉻含量之累積頻度分布如圖 5 所示。

豬糞堆肥之鎳含量在4～176mg/kg範圍，其中超過25mg/kg者達樣本數之約33%。雜項有機質肥料之鎳含量則在2～92mg/kg範圍，超過25mg/kg者亦達樣本數之約22%左右。二者鎳含量之累積頻度分布圖，如圖 6 。

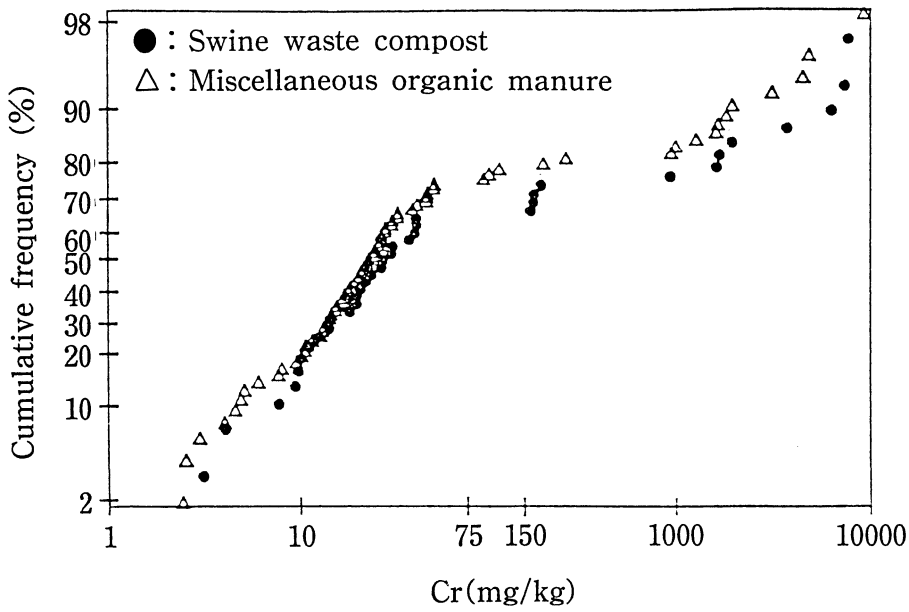


圖5. 豬糞堆肥和雜項堆肥各36個和72個樣品鉻含量之樣品數累積頻度分布

Fig. 5. Cumulative frequency (in quantile scale) of log-transformed concentration of chrome in the 36 swine waste composts and 72 miscellaneous organic manures

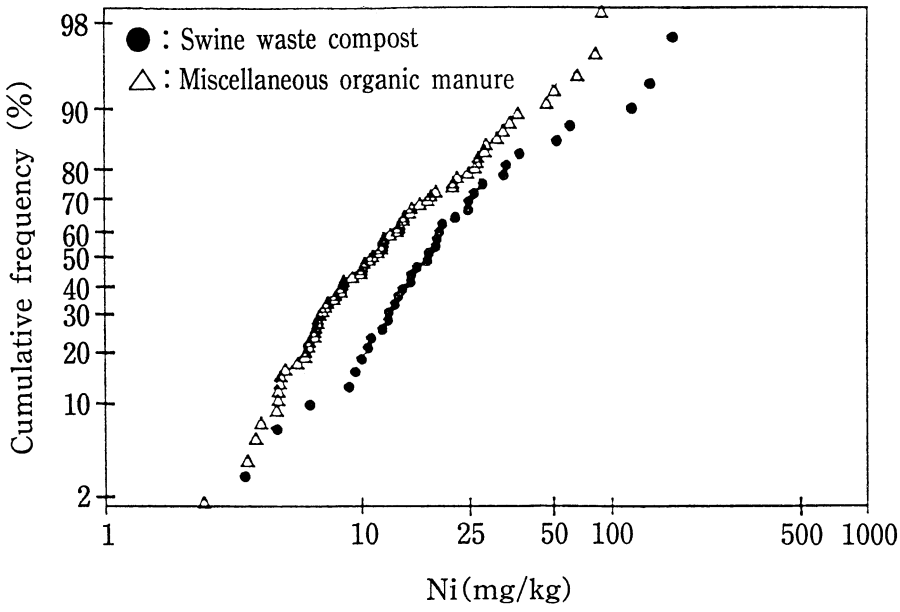


圖6. 豬糞堆肥和雜項堆肥各36個和72個樣品鎳含量之樣品數累積頻度分布

Fig. 6. Cumulative frequency (in quantile scale) of log-transformed concentration of nickel in the 36 swine waste composts and 72 miscellaneous organic manures

單純之豬糞堆肥之鉻和鎳含量應各在數mg/kg以下，可由過去之分析資料了解。雜項有機質肥料如單純以植物質有機肥料和不包括皮革粉之動物質有機肥料所混合者，其鉻和鎳含量亦應不高，可由本調查資料庫中動、植物質有機肥料之鉻、鎳含量範圍窺見一斑。部份豬糞堆肥和雜項堆肥之所以含較高鉻和鎳，係主要與製造過程中皮革粉之摻入有關，可由各種肥料之原料資料了解，亦可由肥料中鉻含量與鎳含量之顯著正相關（表 4 及 5），以及皮革粉中鉻、鎳含量均高（各達5.4%及0.03%）等事實獲得佐證。表2. 動物質有機肥料鉻、鎳含量之範圍之所以很廣（各爲2～54,324及0.4～415 mg/kg）及算術平均值之所以高（各爲6,252及47mg/kg）主要係與該類肥料中之皮革粉有關。

表4. 豬糞堆肥各種重金屬含量間相關係數（n=36）
Table 4. Coefficients of correlations between concentrations of metals in the swine waste composts

Metal	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	As
Cu	1.000	0.746**	0.010	0.207	0.247	0.176	0.110
Zn		1.000	0.116	0.217	0.302	0.150	0.158
Cd			1.000	0.110	0.079	0.277	0.235
Cr				1.000	0.742**	0.020	0.081
Ni					1.000	0.037	0.070
Pb						1.000	0.191
As							1.000

** Significant at 1% level of probability

表5. 雜項有機質肥料各種重金屬含量間相關係數（n=72）
Table 5. Coefficients of correlations between concentrations of metals in the miscellaneous organic manures

Metal	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Pb	As
Cu	1.000	0.613**	0.579**	0.051	0.015	0.063	0.265*
Zn		1.000	0.427**	0.165	0.115	0.477**	0.128
Cd			1.000	0.069	0.152	0.403**	0.518**
Cr				1.000	0.355**	0.105	0.207
Ni					1.000	0.164	0.135
Pb						1.000	0.245*
As							1.000

* Significant at 5% level of probability
** Significant at 1% level of probability

現行肥料規格[1,3]中有關雜項有機質肥料之鉻、鎳含量高限爲：每含1.0鹼度計，鉻不得超過0.1%，鎳不得超過0.01%。由於雜項有機質肥料或豬糞堆肥之鹼度相當高，故其鉻、鎳含量之高限亦必提高；例如鹼度10%者鉻、鎳含量高限應各爲 1 %及0.1%。故上述肥料中即使鉻含量高達8000mg/kg，或鎳含量高達180mg/kg，仍未超過高限。日本肥料公定規格[6]中甚至公認蒸製皮革粉爲有機質肥料，對該肥料中之鉻含量亦未見規定。惟鑒於日本肥料公定規格中對於矽酸和石灰礦滓肥料之鉻、鎳含量仍有高限之規定（每含1.0鹼度計，鉻不得超過0.1%，鎳不得超過0.01%，最大限量，鉻4.0%，鎳0.4%。如可溶性矽酸含量未及20%，則最大限量降爲鉻2.0%，鎳0.2%）；我國現行肥料規格或肥料國家標準對於垃圾堆肥中之鉻、鎳含量亦有各不得高於150及25 mg/kg 規定，有機質肥料中含有

如此高量之鉻、鎳是否適當？仍值檢討。

四、鉛、砷

肥料規格中垃圾堆肥之鎘、鉛和砷高限各爲5、150及50mg/kg。依此標準衡之，本調查所涵蓋之有機質肥料之絕大部分均符合規定，除了部份有機質肥料之極少數外。

誌　謝

本研究承農業委員會補助經費（81農建-12.1-糧-60、82科技-1.2糧-25及83科技-2.9-糧47(2)），謹致謝忱。又有關重金屬含量頻度之統計分析曾蒙國立臺灣大學農藝學系生物統計研究室沈明來教授及本所農藝系生物統計研究室呂秀英博士之指教，亦誌銘謝。

引用文獻

1. 臺灣省政府農林廳、臺北市政府建設局、高雄市政府建設局。1990。肥料管理手册。
2. 臺灣省政府農林廳。1994。利用農業廢棄物製造堆肥問題之檢討與因應措施。會議資料。
3. 行政院農業委員會。1991。肥料品目及規格。臺灣省政府農林廳編印。
4. 李應煌、余裴文。1990。飼糧中銅含量對豬隻生長、組織殘留及排泄物含銅量之影響。中華農學會報。新149：94-102。
5. 林浩潭、賴七仙、李國欽。1993。有機肥料中重金屬含量調查及對作物生長影響之評估。第四屆土壤污染防治研討會論文集。425-436頁。
6. 農林水產省肥料機械課。1988。肥料要覽。財團法人農林統計協會。東京。
7. 楊盛行、鐘仁賜、隋婉君、魏嘉碧、張則周、林鴻淇、黃山內。1993。有機肥料成分、重金屬含量及對青江白菜之影響。中國農業化學會誌 31：48-58。
8. 松尾嘉郎。1973。農業技術者のための土壤サンプリング法(2)。農業および園藝 48(6)：18-24。
9. Harada, Y., K. Haga, T. Osada and M. Koshino. 1991. Quality aspects of animal waste composts. p.54-76. Proceedings of Symposium on Pig-waste Treatment and Composting II. Published by the Biomass Energy Society of China and Taiwan Livestock Research Institute.
10. Jacobs, L. W. 1990. Potential hazards when using organic materials as fertilizers for crop production. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian and Pacific Region, Extension Bulletin No. 313.
11. Parkin, T. B. and J. A. Robinson. 1992. Analysis of lognormal data. Advances in Soil Science. 20:193-235.
12. Steel, R. G. D. and J. H. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics:A Biometric Approach. Mc Graw-Hill. New York.

Metal Contents of Organic Manures and the Current Criteria of Regulation[1]

Shen Lian and Yahn-Chir Lee[2]

Summary

Two hundred and sixteen samples of organic manures were collected from either the manufacturers or the sellers during 1990～1993. The manures were classified into (1) composts, i.e., poultry waste compost, swine waste compost 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 miscellaneous mixtures of organic manures. The contents of Cu, Zn, Cr, Ni, Cd, Pb and As in the manures were analyzed and a data base was constructed for quality monitoring. The contents of Cu are generally high in the poultry waste compost and swine waste compost which range 9～394 and 6～301 mg/kg, respectively. A quite good fitness of the frequency distribution to the log normal distribution was observed. The contents of over 100mg/kg were detected in about 33 and 42% of the composts, respectively. The contents of Zn are also high in the poultry waste compost and swine waste compost which range 56～1,147 and 35～623mg/kg, respectively; the contents of over 500mg/kg were detected in about 9 and 5% of the composts, respectively. The contents of Cr are often high in the swine waste compost and the miscellaneous organic manures, which range 2～54,324, 3～8,486 and 2～9,196mg/kg, respectively; the contents of over 150mg/kg were detected in about 33 and 18% of the swine waste compost and the miscellaneous organic manures, respectively. The contents of Ni are also high in the swine waste compost and the miscellaneous organic manures, which range 4～176 and 2～92mg/kg, respectively; the contents of over 25mg/kg were detected in about 33 and 22% of the swine waste compost and miscellaneous organic manures, respectively. The higher contents of Cr and Ni in these manures were conjectured related to the admixing of leather waste which was the byproduct of leather industry using chromium. The metal contents in the above organic manures were also discussed in connection to the current criteria of regulation.

Key words : Organic manures, Heavy metals.

---

1. Contribution No. 1751 from Taiwan Agricultual Research Institute.
2. Respectively, Soil Scientist and Head, and Research Assistant, Department of Agricultural Chemistry, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.