臺灣之氣候與肥料吸濕性關係之研究

張守敬　　步燊昇

I, 緒　　論

臺灣省每年應用化學肥料，爲量甚巨。此種化學肥料，極小部份爲本省自產，極大部份則從省外輸入。在光復以前，日本爲最大之輸入國。光復以後，美國起而代之。去今兩年，由聯總輸入之化學肥料種類，有硫酸銨，硝酸銨，燐酸銨，過燐酸石灰，重過燐酸石灰，Ammophos A 及 Ammophos B……等等，經負責機關，配售農家施用。按肥料之價值，除其中所含肥料成分之多寡及其有效性外，肥料之物理性態亦極關重要。其中尤以肥料之吸濕性爲然。肥料吸濕後，貯藏運輸施用均不便，其甚者，且因吸濕而成分起變化，或吸濕過多而致溶解，肥料成分因而流失。

肥料從大氣中吸取水份，稱爲吸濕。吸濕之機構，不外二種：即吸着與吸收是也。吸着者，當固體與氣體接觸之時，氣體附着於固體表面之謂也，膠體之吸着現象較結晶體爲强，故有機肥料之吸濕作用以附着爲主。吸收者，乃在同溫度下某物質之飽和溶液蒸氣壓小於大氣中之水蒸氣壓力而起。此爲可溶性無機鹽類及無機肥料吸濕之原因。故在大氣之相對濕度爲100％時，任何無機肥料皆有吸濕性。反之，大氣完全乾燥（即相對濕度爲0％）時，任何無機肥料中之水份漸次向大氣中消失，所謂肥料之吸濕性，即不成其爲一問題矣。

無機肥料在空氣中吸收水份，受下列諸因子之影響：(一)大氣之相對濕度，(二)大氣之溫度，(三)大氣之運動，(四)無機鹽類或無機肥料飽和溶液之蒸氣壓，(五)肥料在大氣中露出面之性態。五者之中（一）（二）（三）三因子爲屬於氣候者，其中尤以（一）（二）二因子爲要。第(四)項爲肥料本身之成分，第(五)項爲肥料之物理形態與包裝方法。故即同一肥料，其吸濕程度非爲一常數，乃受氣候及其物理性態所支配。Van Harreveldo-Lako (8) 就爪哇之氣候，Beaumont 及 Mooney (6) 就美國 Masachusette 州之氣候，德岡 (4) 就日本東京之氣候行若干肥料之吸濕研究。Hardesty (7) 依各地之氣溫與濕度，而定某種肥料之吸濕度。

臺灣省地處熱帶與亞熱帶，高溫多雨，各種肥料之吸濕情形究屬如何，又肥料之物質性態（即顆粒狀與粉末狀）所及於吸濕性之影響又如何，爲本文研究之目的。

本試驗所用之多種肥料，爲美國農部 John O. Hardesty 先生所贈，特此誌謝

II, 臺灣之氣候與實驗條件之決定

表一　臺灣各地各月之平均相對濕度及月平均溫度　(1)

臺　北

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	84	84	84	82	82	81	78	78	79	80	81	83
°C	15.2	14.8	17.0	20.7	24.1	26.6	28.2	27.9	26.3	23.1	20.0	16.8

新　竹

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H·%	82	85	85	84	83	82	81	80	80	77	79	78
°C	15.0	14.6	17.0	20.5	24.1	26.7	27.9	27.7	26.5	23.7	21.5	16.8

臺　中

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	81	82	82	82	82	82	81	82	80	78	78	80
°C	15.8	15.7	18.2	22.0	25.2	26.9	27.7	27.5	26.6	23.8	20.6	13.3

臺　南

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	79	79	79	79	81	84	83	84	82	78	78	79
°C	17.0	1.71	19.7	23.4	26.3	27.4	27.8	27.5	27.1	24.8	21.8	18.5

高　雄

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	73	73	74	75	76	81	83	83	80	77	75	74
°C	18.7	19.3	21.6	24.5	27.2	27.9	27.8	27.7	27.6	26.0	23.5	20.1

臺　東

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	74	75	77	79	82	82	81	81	80	77	75	74
°C	18.9	19.0	20.7	23.1	25.3	27.0	27.5	27.3	26.5	24.5	22.2	20.0

花蓮港

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	78	81	81	82	85	84	81	81	81	78	78	78
°C	17.2	17.2	19.0	21.6	24.1	26.3	27.2	27.1	26.0	23.6	21.2	18.7

澎　湖

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R. H. %	82	83	84	84	85	87	85	86	83	77	78	80
°C	16.2	15.8	18.4	22.1	25.1	26.9	28.0	27.8	27.1	24.7	21.7	18.3

表二　臺灣省各地最高濕度之各月平均值及其相應月平均溫度：

地　方　名	臺北	新竹	臺中	臺南	高雄	臺東	花蓮港	澎湖
月　份	12,1,2,3	2,3,4,5	5,6,7,8,	6,7,8,9,	6,7,8,9,	5,6,7,8,	4,5,6,7,	5,6,7,8,
相對濕度	83,8	84.3	81.8	83.3	81.8	81.5	83.0	85.8
相應溫度	16,0	19.1	26.8	27.5	27.8	26.8	24.8	27.0

由上表觀之，臺北與新竹，其一年中月平均相對溫度最高之各月在冬春二季，其各月之平均相對濕度在84%左右，其相應之各月平均溫度在18°C左右。上述二縣以外，其餘各縣一年中平均相對濕度最高之各月皆在夏秋，其各月之平均相對濕度在81.5%至85.8%之間。其相應之各月平均溫度在27°C左右。至於臺北與新竹，其夏秋二季之濕度，則在81%左右。故實驗中所選取之實驗條件爲 R. H. 84% (27°C)，R. H. 81% (27°C) 及 R. H. 84% (實驗期中之室溫——據每日之記錄爲18.5° ——21.5°C)

III, 實驗方法

稱量各種肥料約一克，平舖於稱量瓶中，然後置於乾燥器內乾燥之，經一週後取出，放於一定相對濕度之乾燥皿中，保持於恒溫之下。其27°C之一組，保存於恒溫箱中，其另一組在室溫情況下放置於一暗室中，該室氣溫，在實驗期間，上下於18.5°C——21.5°C之間。經一週後將稱量瓶取出稱量之。然後定量其水份。水份之定量法，依照 A. O. A. C. 之 Method of Analysis (5) 及松山芳彥 (3) 之農業化學分析書（第一篇）。相對濕度則以不同濃度之硫酸調節之，下表爲硫酸濃度與相對濕度比較表，表中之第一行乃 Collin 氏之數值 (2)第二行爲 International Critical Table 上所載之數值 (2) 本試驗中所採用之數值，係上述二者之平均，並以插入法計算而得。

表三　硫酸濃度與相對濕度比較表

硫酸濃度（重量 %）	相對濕度（%）					
	20°C		25°C		30°C	
10	95.6	94.7	95.6	94.3	95.6	94.2
20	88.0	87.8	88.0	87.6	88.0	87.3
25	82.4	81.6	82.5	81.7	82.6	81.6
30	75.0	75.3	75.2	74.9	75.4	74.7
35	66.0	67.3	66.3	66.5	66.6	66.6
40	56.1	56.7	56.5	56.8	56.9	56.4
45	45.6	46.2	46.1	45.9	46.6	46.2
50	35.2	35.4	35.1	35.6	36.2	35.5

表四　本試驗中所用之硫酸濃度及相對濕度表

硫酸濃度（重量 %）	相對濕度（%）
26	80.7
23	84.3

IV, 實驗結果

實驗結果，列於下表(表五)

表五　各種肥料之吸濕率（%）

肥料名	R. H. 81% (27°C)	R. H. 84% (27°C)	R. H. 84% (18.5°C—21.5°C)
Ammonium sulphate (硫酸銨)	6.3	28.3*	—
Ammonium nitrate (硝酸銨)	92.1**	122.5**	37**
Ammonium nitrate (G) (硝酸銨)	92.7**	118.0**	36**
Calcium cynamide (石灰氮素)	11.3	12.9	6.8
Calcium cynamide (G) 石灰氮素	12.6	14.3	7.1
Urea (尿素)	88.8**	98.8**	11.4
Urea (G) (尿素)	90.1**	118.1**	—
Sodium nitrate (硝酸內)	52.7**	100.0**	14.7*
Sodium nitrate (G) (硝酸內)	55.8**	89.0**	19.6*
Ammophos B	15.6*	19.6*	10.7

Ammophos A (G)	33.2**	46.7**	7.7
Triple snperphosphate (重過燐酸石灰)	8.4	8.6	7.2
Triple superphosphate (G) (重過燐酸石灰)	9.2	8.7	7.0
Superphosphate (過燐酸石灰)	3.8	2.4	2.4
Superphosphate (G) (過燐酸石灰)	3.7	3.7	2.4
Colloid phosphate	6.0	6.0	5.7
Ammcniated superphosphate (錏化過燐酸石灰)	3.8	3.4	—
Monocalcium phosphate (燐酸一石灰)	19.2	17.0	16.7
Dicalcium phosphate (燐酸二石灰)	2.6	2.0	1.4
Potassium chloride (氯化鉀)	12.3	15.1	7.4
Potassium sulphate (硫酸鉀)	11.8	12.9	3.2
Potassium sulphate (G) (佬酸鉀)	11.4	12.0	3.9
Potassium nitrate (G) (硝酸鉀)	nil	1.1	nil
Manure salt (G)	20.3*	19.5*	10.0*
K-Mg sulphate	14.6	14.3	6.2
Nitrophoska	79.1**	43.6*	28.0*

G 團粒狀　　* 濕潤　　** 溶解　　nil <0.5%

V, 結論及提要

肥料之吸濕程度，因大氣之溫度及相對濕度而異。故同一肥料，在不同之地方，其吸濕率不同。吾人今依各地之氣候而定肥料吸濕率，計分爲三類：(I)吸濕不及15%者，爲非吸濕性肥料。(II)吸濕率在15～30%間者，爲吸濕性肥料。(III)吸濕率在30%以上者爲過吸濕性肥料。

作者等在臺灣省各地最高濕度之各月平均值及其相應月平均氣溫下，測定二十六種化學肥料之吸濕率。此二十六種肥料爲硫酸錏，硝酸錏，團粒性硝酸錏，石灰氮素，團粒性石灰氮素，尿素，團粒性尿素，硝酸鈉，團粒性硝酸鈉，Ammophos B，團粒性 Ammophos A，重過燐酸石灰，團粒性重過燐酸石灰，過燐酸石灰，團粒性過燐酸石灰，Colloid phosphate，錏化過燐酸石灰，燐酸一石灰，燐酸二石灰，氯化鉀，硫酸鉀，團粒性硫酸鉀，硝酸鉀，團粒性 Manure salt，K-Mg sulphate 及 Nitrophoska，測定之結果如下：

1. 臺中臺南臺東花蓮高雄澎湖各縣，其一年中月平均最高相對濕度之各月多在夏秋，除澎湖一地特高外，其餘均在84%以下，其相應各月之月平均氣溫在27°C左右。在此氣候條件下，屬於過吸濕性之肥料有硝酸錏，尿素，硝酸鈉，Ammophos A，及 Nitrophoska，屬於吸濕性之肥料有硫酸錏，Ammophos B，燐酸一鈣，氯化鉀，Manure Salt 其餘皆爲非吸濕性之肥料。

2. 臺北及新竹二縣，其一年中月平均相對濕度最高之各月都在冬春，約在84%左右，其相應各月之月平均溫度約在18°C（實驗中所用溫度爲18.5～21.5°C），在此氣候條件下，屬於過吸濕性肥料者有硝酸錏，屬於吸濕性者有硝酸鈉，磷酸一石灰，Nitrophoska，其餘均爲非吸濕性肥料。

8. 臺北及新竹二縣，秋夏各月之月平均相對濕度，在81%左右，其相應各月之平均溫度在27°C左右爲一年中最熱之期，在此氣候條件下，屬於過吸濕性肥料者有硝酸鏸，尿素，硝酸鈉 Ammophos A，及 Nitrophosaka，屬於於吸濕性肥料者，有 Manure Salt， Ammophos B，磷酸一石灰，其餘爲均不吸濕性肥料。

4. 在同一相對濕度下，肥料之吸濕性，受氣溫之影響甚顯著。尤以在相對濕度甚高時爲然

5. 在本實驗中之實驗條件下，肥料之團粒形態對吸濕性之影響甚小，各種團粒狀肥料與粉末狀者相較，無若何差別。

參 考 文 獻

(1) 臺灣省統計年鑑 臺灣省政府統計處 1946

(2) 宇野昌平 化學肥料工業實驗法 昭和十六年

(3) 松山芳彥 農業化學分析書(第一篇)

(4) 德岡松雄 肥料吸濕性の關する研究 日本農藝化學會誌第十卷p.p922～930昭和九年

(5) A. O. A. C, Method of snalysis 1936

(6) Beaumont, A. B. and Mooney, B. A. Joun. Ind. Eng. Chem. 17, 1921

(7) John O. Hardesty, J. y. yee, and Katharine S. Love Moisture Relations of mixed Fertilizers. In. Eng. Chem. (Anal. Ed.) 37;567—1945

(8) Van Harreveldo-Lako, C. H. Arch suikerind 29, 1925

新書介紹

農藝植物學 上册已出版

臺灣省農業試驗所農藝系主任兼代所長
國立臺灣大學農學院教授 湯文通著

全書二十餘萬言、插圖二百幅、
材料及內容較美國 Robbins 氏所著：
Botany of crop Plants 一書尤爲新穎豐富

定價：國幣壹拾參萬四千伍百元（另加郵遞掛號費一成）
臺幣照率比折算

代售處：上海虎丘路實業銀行大樓三樓四十一號A新農企業公司
臺灣省農業試驗所萬雄先生處