

前進非洲~中甘農業合作績效

陳榮五、高德錚、蔡宜峰、張惠真、戴登燦、陳義松、許迪川¹

摘 要

非洲國家雨旱季分明、雨量不足、多荒野地、可耕地少、人口成長率高、糧食生產不足、缺乏農業生產資金及缺乏現代農業技術。因之，在於非洲締交盟國後，吾國即以農業合作為援非之第一要務。稻米為甘比亞主食之一，由於人口逐年增加，稻作栽培技術落後，水利設施缺乏，每公頃平均產量1.3~3.0公噸，產量不足，每年需自國外進口，每年之進口量為8~12萬公噸，因之在財團法人國際合作發展基金會之委託下，于民國88年赴甘比亞共和國調查甘國稻作農家之農場經營習性及稻田土壤肥力後，進行為期三年之甘國稻作之最適化肥及有機肥施肥效率之試驗，藉以規劃設計一年二期作之耕作制度及施肥方式。執行成果如下：

1. 完成甘比亞共和國主要水稻產區稻農營農情境調查。
2. 完成甘比亞共和國主要水稻產區之土壤肥力分布之分類及製圖。
3. 完成建立甘比亞河沿岸水質及土壤肥力調查，經周年在甘比亞河沿岸不同點測試河水及土含鹽分和化學組成分後發現、中游省Kudang以上(離甘比亞河出海口270.4公里)一年可種植兩作水稻；Kudang往下游Tendaba (離甘比亞河出海口11.2公里)則需視天雨及河水漲潮時限一年可種植一作水稻。
4. 協助甘國完成有機資材資源基本資料之調查分析，並建立現地有機資材之利用模式，利用當地現有大宗有機資材如牛糞40%、稻殼50%、米糠10%等材料，可以順利製作品質穩定的牛糞稻殼堆肥。
5. 協助甘國建立水稻合理化施肥推薦量及配合堆肥使用技術：化學肥料之施用量以 $N-P_2O_5-K_2O$ (61-15-15公斤/公頃)用量處理之產量較佳且穩定，由合理推薦用量為複合肥料100公斤/公頃作基肥，以尿素各50及50公斤/公頃作一追及二追。在利用牛糞稻殼堆肥技術上，使用牛糞稻殼堆肥5公噸/公頃配合尿素100公斤/公頃處理，可獲得較佳的水稻產量，其中牛糞稻殼堆肥5公噸/公頃作基肥，以尿素各50及50公斤/公頃作一追及二追。
6. 三年間分別辦理四次農技轉移田間觀摩會及講習研討會，藉以協助甘國訓練核心農民、試驗所研究人員及推廣人員參與研製農場廢棄物製作有機堆肥及稻作合理化施肥技術：(1)於88年11月1~6日在甘國舉辦國合會駐非洲地區技術團團長與團員合理施肥講習研討會觀摩會；(2)於89年10月26日在沙坡召開合理施肥及有機堆肥製作田間觀摩會，邀請農政機關、試驗所研究人員、稻農及推廣員140人參加，藉

¹台中區農業改良場場長、研究員、副研究員、助理研究員、副研究員、駐甘比亞技術團團長、技師。

以協助甘國訓練核心農民、試驗所研究人員及推廣人員參與研製農場廢棄物；(3)於89年11月3~5日在班竹、吉諾、及沙坡舉行甘比亞地區稻作增產途徑研討會與田間觀摩會，邀請農政機關、試驗所研究人員、稻農及推廣員140人參加，(4)於90年3月29日假甘比亞班竹Kairaba飯店辦理「甘比亞地區稻作增產途徑研討會」，會中邀請駐甘比亞共和國之國際機構、甘比亞共和國之農政機關、試驗所研究人員、稻農及推廣員140人參加，藉以將吾國如何協助甘比亞地區稻作增產之策略及執行成果公布於世。

7. 甘國之甘比亞流域尚有季節性淡水區面積達57,898公頃及週年性淡水區面積3,876公頃未開發利用之，若能比照本試驗研究之規劃，甘國稻米一定能年繼續增產100,000公噸以上，藉以早日達到自給自足之目標。

前 言

非洲國家雨旱季分明、雨量不足、多荒野地、可耕地少、人口成長率高、糧食生產不足、缺乏農業生產資金及缺乏現代農業技術。因之，在於非洲締交盟國後，吾國即以農業合作為援非之第一要務。歷年來吾國農技合作之國家先後計有南非、馬拉威、史瓦濟蘭、賴索托、南非、波札那、賴比瑞亞、象牙海岸、迦納、多哥、加彭、中非、查德、喀麥隆、甘比亞、塞內加爾、尼日、中非、查德、喀麥隆、甘比亞、及塞內加爾等二十餘個非洲國家。

吾國與非洲農業合作始於1960年代，第一個團隊於1961年即在與非洲諸國相繼建交後之『先鋒計畫』下派遣赴賴比瑞亞服務。歷年來吾國與非洲農業合作步驟有四：(1)赴現場考察合作國農業生產困境；(2)派遣先鋒團隊赴現地墾殖建立基地農場進行試作；(3)擴大農技示範規模和農技轉移及協助農產品產銷規劃；(4)徵召國內專家短期支援及傳授新興農技。歷年來吾國援非國際農業合作之歷史流程可依時代背景及任務別分成下列四個階段：第一階段之拓荒墾殖期(1960~1985)，1960年代在外交部『先鋒計畫』之策動下，本場同仁先後參加「農耕隊」(Agricultural Team)，前進非洲加入「拓荒墾殖」行列；此階段之執行重點為增加駐在國之糧食產量。第二階段之農技宣揚期為1975年代以後，由於非洲諸國政治環境之變遷，部分農耕隊及技術團先後撤團；非邦交國援外之任務改由中華民國對外貿易協會接手。本場同仁亦先後參加由外貿協會策動之「商務考察團」、「農工商產品展」、「農企業商務諮詢會」及「農工商生產技術研討會」等活動。第三階段之示範推廣期(1986~1997)為1986年代以後，以農業技術團(Agricultural Technical Missions)之名義而援非模式轉型為「示範推廣農耕技術」之輔導模式。此階段之執行重點為于駐在國示範推廣農業、漁業、畜牧、手工藝之經營管理技術。第四階段之產銷規劃顧問期為1998年以後，更改以技術顧問團(Professional Technical Missions)而援非模式更提昇為「農技轉移及產銷規劃輔導」之顧問諮詢模式。此階段之執行重點為農產品行銷與加工⁽³⁶⁾。

民國84年吾國與甘比亞共和國復交後即派遣一個四人農技團進駐甘比亞共和國之稻作產區，從事為期三年之稻作倍產合作計畫⁽³⁶⁾。民國88年吾場在財團法人國際合作發展基金會之委託下，赴甘比亞共和國進行為期三年之稻作增產試驗推廣計畫，擬從調查甘國稻作農家之農場經營習性及稻田土壤肥力後，進行甘國稻作之合理化施肥及有機肥施肥效率之試驗，藉以由設計一年二期作之耕作制度及施肥方式，來規劃甘比亞共和國之稻作增產模式。茲將為期三年之研究成果詳述如下：

中甘合作計畫執行項目

1. 現地調查甘比亞共和國水稻產區和甘比亞河流域之土壤肥力及稻作農家經營情境。
2. 現地調查甘比亞共和國水稻產區之農畜產廢棄物之資源及探討如何研製適合稻作之有機肥配方。
3. 現地進行水稻施用化學肥及有機肥之試驗及效率調查。
4. 規劃甘比亞共和國稻作之合理施肥量及施肥模式。
5. 規劃辦理甘比亞共和國稻作增產模式。

中甘合作計畫成果

一、甘比亞地理環境與稻作生產概況^(4,6,7,25,26,27)

甘比亞位於非洲西部，西經 $14^{\circ}10' \sim 16^{\circ}38'$ ，北緯 $13^{\circ}12' \sim 13^{\circ}32'$ 之間，唯一臨國為塞內加爾，周邊被塞內加爾包圍，邊界長約480公里，甘比亞河兩岸各延伸15~20公里不同寬的狹長地帶，全長800公里，起源於幾內亞，流經塞內加爾及甘比亞流入大西洋，全國總面積11,295平方公里，約為台灣的三分之一，總人口約一百二十萬，農業人口約66萬人，占總人口之55.6%，耕地面積363,460公頃，占總面積之32.16%，主要農作物包括稻米、花生、小米、高粱及玉米等，最大宗進口之農產品為稻米，年進口量約為8~12萬公噸，最大宗出口農產品為花生，1999~2001年輸出量約4~5萬公噸左右。甘比亞屬亞熱帶氣候，年均溫在 $21^{\circ}\text{C} \sim 33^{\circ}\text{C}$ ，首都附近氣溫較低，越內陸越熱，距首都250公里以上的Sapu地區在最熱的4~6月平均氣溫比首都班竹(Banjul)高出 10°C 左右，每年11月至5月為旱季，6月至10月為雨季，但每年6月與10月份雨量稀少，一般降雨集中在7~9月，全國平均年降雨量約750~900毫米，上游雨量較少，下游西部省雨量較多，惟雨量逐年減少，影響農作物生產，陸稻產量不穩定，仍以可灌溉之水稻生產為主。稻米為甘比亞主食之一，由於人口逐年增加，稻作栽培技術落後，水利設施缺乏，每公頃平均產量1.3~3.0公噸，產量不足，每年需自國外進口6~12萬公噸糙米。從1970年代起甘比亞人民逐漸以稻米為主食，由於年產量僅2~3萬公噸，不足之數需大量進口且有逐年增加之趨勢；造成甘國稻米主要原因之一是人口逐年增加，如1963年為315,486人，1983年為687,817人，至1993人增加至1,038,145人，到目前估計約1,200,000人，因此糧食消費量大為增加，另一原因是生產資金不足，缺乏水利設備，稻作栽培技術落後，平均公頃產量僅有1.15公噸，1983年全國稻穀產量為26,100公噸，1993年降為12,050公噸，1999年提高為31,653公噸。

甘國稻作生產依其生態環境可分為四種稻作生產區；1.地勢較高利用抽水灌溉區，2.地勢較低沼澤地利用潮水漲退潮之潮汐灌溉區，3.地勢較低沼澤地，及4.看天田陸稻區。依據甘國水資源資料調查報告；(1)永久性高鹽分潮水區約75,877公頃，(2)雨季潮汐淡水區約66,742公頃，(3)週年潮汐淡水區約5,720公頃，共計148,339公頃。目前估計較有利用價值潮汐灌溉區為(2)雨季單季潮汐淡水區及(3)週年潮汐淡水區，至(2000年間 已利用之雨季單季潮汐淡水區面積有8,944公頃，而週年潮汐淡水區有1,844公頃，此兩者生態區尚未開發者還有61,674公頃。

二、甘比亞共和國稻作農家經營情境調查^(25,26,27)

根據本研究調查，如表一所示，甘比亞共和國全國稻作面積至2000年有20,412公頃，其中以種植於沼澤區最多有13,749公頃，佔甘國稻作生產總面積之67.35%，陸稻區有5,331公頃，佔26.11%，灌溉區1,332公頃，僅佔6.52%，主要的沼澤稻作區集中於中部省及下游省，陸稻區集中於上游省、中部省及下游省，而灌溉區則於中游省南北岸。

表一、甘比亞共和國稻作生產之生態區分布(2000)

生態	總耕作面積(公頃)	百分比(%)	生產省份
陸稻區	5,331	26.11	上游省、中部省、下游省
沼澤區	13,749	67.35	中部省、下游省
灌溉區	1,332	6.52	中游省南北岸
合計	20,412	100.00	

甘國稻農之土地所有權有69.7%屬於宗族長，23.9%為個人私有土地，其他6.0%及2.4%則分屬於部落或親戚。稻農94.7%均能每年耕作，並有73%稻農認為擁有之耕地可足夠生產稻米(如表二)。

表二、甘比亞共和國稻農土地耕作狀況(%)

項目	有足夠土地生產稻米	土地所有權	土地有每年耕作
有	73.0		94.7
無	27.0		5.3
屬於部落		6.0	
屬於宗族長		67.9	
屬於親戚		2.4	
自有		23.7	

甘國稻作勞動力方面：在稻農種稻時之勞力來源以來自家工為最多佔54.6%，其次為家族中雇工佔40.2%，朋友鄰居或一般雇工僅分別佔3.5%及1.7%；雖然宗族長98%為男性，但是實際從事耕作農民有92.4%為女性(表三)，換言之種稻為女性之專業。種稻完全靠婦女的勞力，又缺乏農機具且畜力也不多，造成工作效率低落。農村僅有5.3%受正常教育，完全未入學佔52.5%，造成多數農民不識字，故農業推廣工作不容易，農業技術無法提昇。

表三、甘比亞共和國稻農種稻時之勞力來源(%)

項目	自家工	一般雇工	家族間雇工	朋友鄰居	合計
勞力來源百分比	54.6	1.7	40.2	3.5	100
性別比					
男性	7.6	21.9	3.1	3.8	
女性	92.4	78.1	96.9	96.2	

甘國稻作農耕作之農地狀況：每戶平均耕作總土地面積依稻田生態型而不同，分別為陸稻型之1.734公頃，沼澤型之2.159公頃，低窪灌溉稻型2.527公頃為最多；耕作土地以自有之土地居多，但低窪灌溉稻型農家的耕作土地有21.8%為借用土地，佔三種經營型態之冠(表四)。在生產上遭遇的困難最嚴重的為缺乏工具、其次依序為缺乏肥料、缺乏殺草劑、缺乏改良農業技術、缺乏資金等，此可供為甘國農政輔導及補助之參考，以符合農民之真正需求(表五)。

表四、甘比亞共和國稻農擁有稻作農地面積狀況 單位：公頃/戶

經營型態	總土地(%)	自有土地(%)	借用土地(%)	租用土地(%)
陸稻型	1.734(100.0)	1.569(95.5)	0.237(13.7)	0.040(2.3)
沼澤型	2.159(100.0)	2.061(95.5)	0.186(8.6)	0.035(1.6)
低窪灌溉型	2.527(100.0)	1.857(73.5)	0.551(21.8)	0.225(8.9)

表五、甘比亞共和國稻農在生產上遭遇困難之程度(%)

項目	非常嚴重	嚴重	較不嚴重	不嚴重
缺乏肥料	95.4	4.1	0.2	0.2
缺乏殺蟲劑	77.5	22.5	5.6	0.3
缺乏殺草劑	95.8	3.1	0.8	10.3
缺乏勞力	72.3	19.3	7.0	1.4
缺乏工具	96.6	3.2	0.2	0.0
缺乏種子	34.8	36.4	25.7	3.1
缺乏耕地	19.8	11.5	38.1	30.7
缺乏灌溉水	20.8	30.8	37.5	10.9
缺乏資金	94.3	4.9	0.9	0.0
缺乏栽培知識	85.3	10.7	4.0	0.0
缺乏改良農技	86.9	12.2	0.8	0.0
缺乏儲存設備	33.1	21.9	32.9	12.1
缺乏農路	55.0	21.4	15.3	8.3
缺乏運銷設備	18.4	16.0	22.7	42.9

甘國稻農種稻時使用肥料狀況：甘國稻作方面之化肥僅使用複合肥料(15:15:15)及尿素，且悉數由鄰國塞內加爾進口。農民方面有使用化學肥料者佔53.1%，無使用的有46.9%，使用者其用量每公頃使用氮磷鉀複合肥料33.1公斤，尿素24.2公斤，化學肥料主

要來源為購買而得，佔70.4%，其次為信貸方式佔27.0%；有機質肥料方面有使用者僅佔32.5%，其用量平均每公頃使用363.0公斤，主要來源有80.4%都是自產而得(表六、七)。

表六、甘比亞共和國稻農種稻時使用肥料狀況

項目	化學肥料	有機質肥料
使用情形		
無使用(%)	46.9	67.5
有使用(%)	53.1	32.5
用量(公斤/公頃)		
氮磷鉀複合肥料	33.1	-
尿素	24.2	-
有機質肥料	-	363.0

表七、甘比亞共和國稻農種稻時之肥料來源(%)

項目	購買	信貸	贈送	交換	自產
化學肥料	70.4	27.0	2.6	0	0
有機質肥料	0.7	8.4	9.8	0.7	80.4

生產成本方面：灌溉型稻米以收穫操作每公頃需花費464.58 D (甘比亞幣，Dalasis) 最多，其次為犁地每公頃需162.17 D；沼澤型稻米則以收穫操作時每公頃需220.87 D最高，其次為犁地193.25 D；陸稻米則以除草操作每公頃需193.63 D最多，其次為收穫操作每公頃需172.01 D。平均而言這三種型態之稻米，以灌溉型稻米生產成本每公頃1402.97 D最高，其次是沼澤型稻米生產成本每公頃需1094.39 D，生產成本最少的為陸稻型稻米每公頃需1075.08 D最低(表八)。甘比亞共和國稻農生產稻穀產量與收益以灌溉型平均產量每公頃4534.6公斤最高，其粗收益每公頃為3855.12 D，淨收益2434.35 D；其次為沼澤型每公頃稻穀產量1543.9公斤，粗收益1312.34 D，淨收益217.95 D；產量最少的為陸稻區，每公頃稻穀產量1256.6公斤，粗收益1068.15 D，淨收益則出現負值為-6.93 D，顯示陸稻耕作方式不敷成本，急需改變耕作方式與技術(表九)。

就稻農出售稻米狀況而言：在灌溉型稻作農家公頃產量4,534.64公斤，有96.9%自己食用，3.1%出售，沼澤型稻作農家公頃產量1,543.90公斤，有96.6%自己食用，3.4%出售，陸稻型稻作農家平均公頃總產量1,256.65公斤，有99.0%自己食用，1.0%出售(表十)。換言之，稻作農家所生產稻米九成以上都是供自家食用，僅少數有出售，因此無法提高農業收入。出售者之出售管道有78.4%為路邊市場，8.1%為鄉村市場，而僅有13.5%賣給鄰居(表十一)。

表八、甘比亞共和國稻農稻穀之生產成本

田間操作項目	生產成本(D/公頃)		
	灌溉型	沼澤型	陸稻型
整地	26.49	37.02	50.73
犁地	162.17	193.25	132.49
種子	105.79	78.65	69.67
直播費	1.56	20.18	69.57
育苗	58.17	38.64	11.60
移植	141.88	125.40	14.38
化學肥料	112.20	45.15	57.27
有機肥料	0.00	11.35	17.23
施肥費	7.93	4.68	18.44
除草費	90.73	96.04	193.63
除草劑藥費	0.00	2.81	6.37
除草劑施費用	0.00	0.62	1.24
農藥費	0.00	1.18	0.63
農藥施用費	6.39	0.94	1.29
作物看管費	65.67	78.69	114.02
收穫	464.58	220.87	172.01
運輸	42.04	48.99	27.03
打穀	96.25	49.72	44.64
碾米	38.92	40.21	72.84
合計	1,420.77	1,094.39	1,075.08

註：1\$ US=12.8 Dalasis.

表九、甘比亞共和國稻農生產稻穀之收益

生態型	平均產量(公斤/公頃)	粗收益* (D/公頃)	淨收益** (D/公頃)
灌溉型	4,534.6	3,855.12	2,434.35
沼澤型	1,543.9	1,312.34	217.95
陸稻型	1,256.6	1,068.15	-6.93

註：1\$ US=12.8 Dalasis.

* 粗收益：來自出售農產品所得(自用農產品者不計)。

** 淨收益：粗收益－(種子費，肥料費，雇工費，農藥費...等)。

表十、甘比亞共和國不同生態型稻農出售稻米情況

類別	產量(公斤/公頃)	自己食用(%)	出售比率(%)
灌溉型	4,534.64	96.9	3.1
沼澤型	1,543.90	96.6	3.4
陸稻型	1,256.67	99.0	1.0

表十一、甘比亞共和國稻農出售稻米情況(%)

項目	出售稻米百分比	出售稻米地點		
		鄉村市場	假日市場	鄰居
有出售	8.4	8.1	78.4	13.5
無出售	91.6	-	-	-

三、甘比亞共和國主要水稻產區之土壤肥力調查^(3,5,13,14,15,17,19,20,24)

本研究分別於甘比亞共和國主要水稻產區進行750個採樣點之土壤取樣及分析土壤之EC值、pH值、有機質含量、全氮含量、有效性磷含量、交換性鉀等含量，之後將土壤之pH值、有機質含量、全氮含量、有效性磷含量、交換性鉀含量等特性可分別依高中低分成三級，土壤EC值則分成四級，並製造成全國土壤肥力分佈圖藉以供爾後施肥之參考。由表十二及十三分析結果可知甘比亞共和國主要水稻產區之土壤有機質含量中等，肥力較低(EC值低於0.15 mS/cm者佔34.0%)且缺磷(含有效性磷低於5 ppm者佔74.5%)及偏酸(酸鹼度低於5.0者佔71.2%)；但各採樣點之土壤交換性鉀含量豐富(含交換性鉀含量高於200 ppm者佔90.0%)，更有甚者，EC值高於4.0 mS/cm者佔全國32.0%之低溼沼澤地(約98,000公頃)。依分析之資料進一步地製成甘比亞共和國主要水稻產區之土壤肥力分佈圖，如圖一所示74%之稻作產區之土壤肥力屬於營養缺失狀態。

表十二、甘比亞共和國主要稻作產區之土壤肥力肥沃度

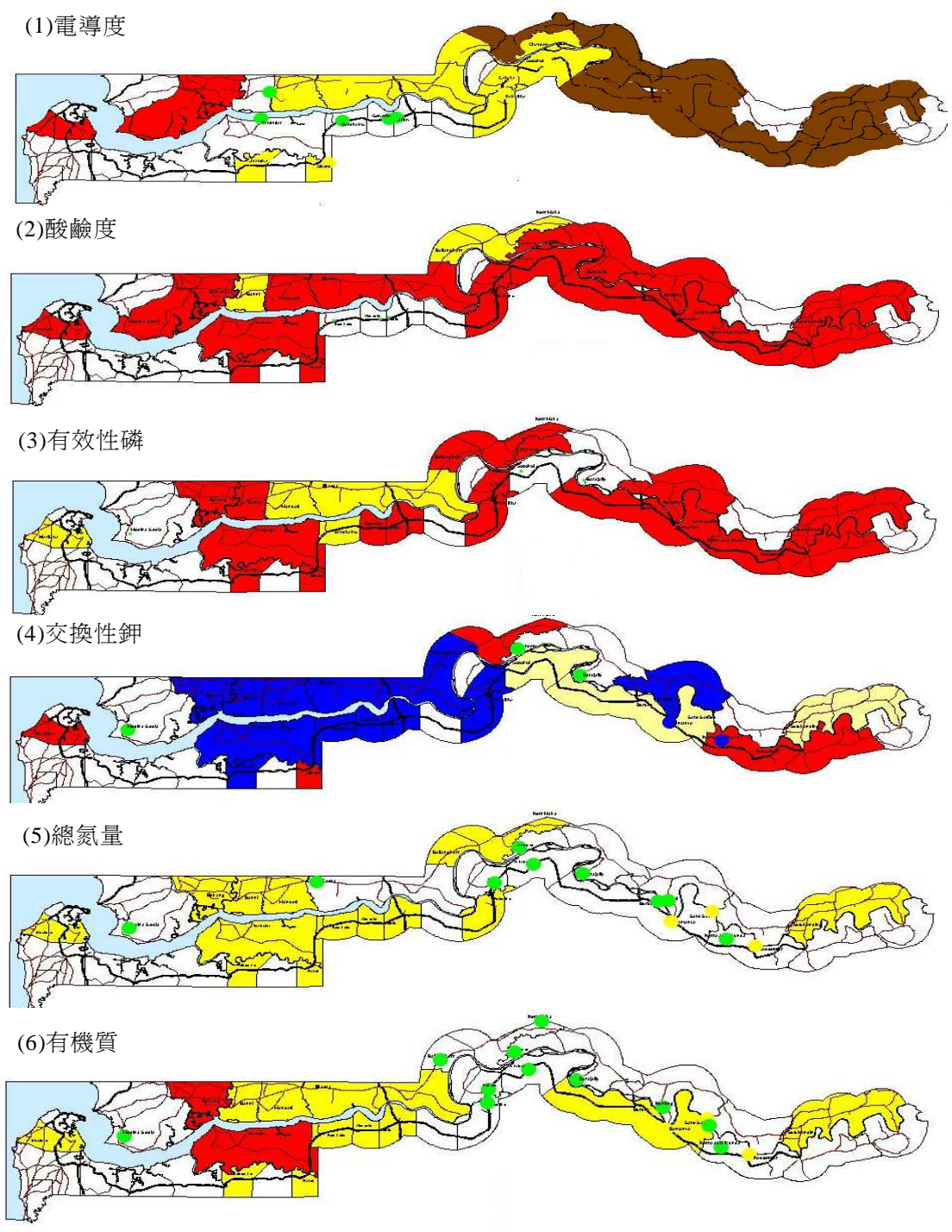
項目	百分比(%)				
	非常低	低	中	高	非常高
有機質(%)		0~2.0	2.0~4.0	>4.0	
酸鹼度(pH)		<5.0	5.1~6.0	6.1~7.5	
EC 值(mS/cm)	0~0.15	0.16~0.6	0.6~3.0	>3.0	
有效性磷 (ppm)		0~5.0	5.1~12.0	>12.0	
交換性鉀(ppm)		0~30.0	30.0~50.0	50.0~200.0	>200.0
總氮量(%)		0~0.12	0.13~0.25	>0.25	

表十三、甘比亞共和國主要水稻產區之土壤肥力分佈

項目	百分比(%)				
	非常低	低	中	高	非常高
有機質(%)		6.0	57.6	36.4	
酸鹼度(pH)		71.2	17.8	11.0	
EC 值(mS/cm)	34.0	18.6	27.6	19.8	
有效性磷 (ppm)		74.5	17.4	8.1	
交換性鉀(ppm)		2.4	3.6	4.0	90.0
總氮量(%)		34.4	34.5	33.1	

四、甘比亞共和國之甘比亞河沿岸之土壤肥力及水資源調查^(8,16,17)

依據甘國水資源資料調查報告，甘比亞河自首都班竹與大西洋接口起算東至上游省共長480公里，東西間落差在1.6至2.0公尺間。由於受到大西洋潮水漲退及河水量多寡影響海水由西向東上下移動，每一個潮水循環約為11~13小時，每天有兩次。每兩週有一次大漲潮，在農曆每月的新月亮剛出來及全圓各有一次。最低潮則於每月的月半圓時發生。最高潮水位於每年8月~10月之間，在尖峰期則為9月，最低潮水位於在每年2~4月，平均雨季潮水位為0.8公尺，旱季則為1.0公尺。



圖一、甘比亞共和國全國稻作區土壤之分佈：

■ 非常低含量 ■ 低含量 ■ 中等含量 □ 高含量 ■ 極高含量

經週年在甘比亞河沿岸不同點測試河水及土壤含鹽分和化學組成分後發現(表十四、表十五之一，表十五之二)，甘比亞河沿岸在旱季時含鹽分之河水可以從甘比亞河之出水口延伸至中游省Kudang，離河口處約270公里處。惟在雨季時鹽水可被雨水稀釋及因應高河水位而推回至80公里近河口處。換言之，甘比亞河沿岸之土壤資源可依含鹽分之多寡分成三種生態型：(1)經年永久性高鹽分潮水區，(2)雨季暫時性能淡水區及(3)經年永久性淡水區等三種。甘比亞河出海口處至Tendaba (離甘比亞河出海口11.2公里)處屬於經年永久性高鹽分潮水區；Tendaba往上游至Kudang (距離甘比亞河出海口270.4公里)屬於暫時性淡水區及Kudang以上(距離甘比亞河出海口270.4公里)屬於經年永久性淡水區。據此，甘比亞河沿岸之中游省Kudang以上(離甘比亞河出海口270.4公里)一年應可種植兩作水稻；Kudang往下游Tendaba (離甘比亞河出海口11.2公里)則需視天雨及河水漲潮時限一年可種植一作水稻。又依據甘國水資源資料調查報告：全國經年永久性高鹽分潮水區約有75,877公頃，暫時性淡水區約有66,742公頃及經年永久性淡水區約5,720公頃，共計148,339公頃；目前已利用暫時性淡水區約有8,944公頃及經年永久性淡水區約1,844公頃。兩者而尚未開發之暫時性淡水區面積及經年永久性淡水區尚有61,674公頃，顯示甘國之稻作增產尚有極大之空間。

表十四、甘比亞河流域水資源水資源之水質狀況

取樣點	距離大西洋與 甘比亞河出海口(公里)	EC (mS/cm)		pH	
		季節		季節	
		乾季(11~5月)	雨季(6~10月)	乾季(11~5月)	雨季(6~10月)
Lamin	8.3	70-90	50-60	7.5-8.0	7.0-7.2
Tendaba	112.3	40-50	0.5-42	7.1-8.0	6.9-7.2
Jenoi	149.8	25-40	0.3-3.0	7.3-8.0	6.8-7.2
Jappeni	172.6	15-30	0.3-0.4	7.2-7.7	6.8-7.6
Jareng	243.4	3.0-8.0	0.2-0.5	7.2-8.2	6.7-7.2
Kudang	270.4	0.4-4.8	0.05-0.1	6.8-7.3	6.4-6.8
Kuntaur	295.4	0.05-0.6	0.05-0.1	6.8-8.0	6.5-6.8
Barajally	324.9	0.05-0.1	0.05-0.06	6.8-7.9	6.4-6.7
Sapu	332.0	0.02-0.1	0.02-0.06	6.3-7.2	6.2-7.5

表十五之一、甘比亞河流域兩岸邊之土壤肥力狀況

取樣點	距離大西洋與 甘比亞河出海口(公里)	EC (mS/cm)		pH	
		季節		季節	
		乾季(11~5月)	雨季(6~10月)	乾季(11~5月)	雨季(6~10月)
Lamin	8.3	37-40	6.0-18	4.8-5.0	5.5-6.2
Tendaba	112.3	7.0-8.0	3.5-5.8	5.0-6.0	5.4-5.8
Jenoi	149.8	9.0-12	3.5-6.8	5.2-5.6	4.7-5.1
Jappeni	172.6	5.1-12	2.0-3.2	4.1-5.6	5.4-5.6
Jareng	243.4	5.0-11.	3.3-4.5	4.2-4.8	3.6-4.5
Kudang	270.4	0.3-0.4	0.2-0.3	5.2-5.4	6.2-6.4
Kuntaur	295.4	0.2-0.3	0.1-0.2	5.8-6.0	5.2-5.5
Barajally	324.9	0.1-0.2	0.1-0.2	5.6-6.4	4.9-5.5
Sapu	332.0	0.1-0.2	0.1-0.2	5.5-5.7	5.6-5.8

表十五之二、甘比亞河流域兩岸邊之土壤肥力狀況

取樣點	鈉 (1000 ppm)		鎂 (1000 ppm)		有機質(%)	
	乾季 (11~5月)	雨季 (6~10月)	乾季 (11~5月)	雨季 (6~10月)	乾季 (11~5月)	雨季 (6~10月)
Lamin	4.3-4.6	2.8-3.1	1.1-1.7	0.8-0.9	3.2-4.8	1.5-2.8
Tendaba	2.6-3.3	2.0-2.2	1.1-1.6	0.9-1.2	4.0-7.0	2.5-3.0
Jenoi	4.5-7.3	1.5-1.9	1.6-2.0	1.4-1.6	5.2-6.6	5.0-5.2
Jappeni	1.8-2.8	1.1-1.7	1.2-1.5	0.9-1.2	4.4-5.2	2.8-4.0
Jareng	2.4-2.8	1.4-1.9	1.5-2.5	1.1-1.5	7.8-8.0	7.0-7.5
Kudang	0.2-0.3	0.07-0.1	0.8-0.9	0.5-0.7	0.8-1.2	0.6-0.8
Kuntaur	0.1-0.2	0.05-0.06	0.5-0.6	0.1-0.2	1.1-2.0	0.4-0.5
Barajally	0.1-0.2	0.06-0.09	0.5-0.6	0.2-0.3	2.2-3.1	2.0-2.5
Sapu	0.1-0.2	0.09-0.10	0.6-0.7	0.6-0.7	2.8-3.1	2.6-2.9

五、建立甘比亞共和國合理利用有機資材栽培稻作之模式^(1,2,22,23,25,26,27,33,34)

(一)甘比亞共和國主要農畜有機資材資源調查分析

由甘比亞2000年、1999年、1998年農業統計年報指出，甘比亞地區的農場有機廢棄物主要包括有：農場生產的作物殘株如禾草桿(高粱、小米、玉米等雜糧類作物)、稻蒿、穀殼、花生藤桿等。由表十六化學成分含量分析結果顯示，一般稻蒿氮含量約0.55%、磷含量約0.03%、鉀含量約0.65%。穀殼氮含量約0.38%、磷含量約0.02%、鉀含量約0.40%。其他禾草桿氮含量約0.56%、磷含量約0.04%、鉀含量約0.95%。花生藤桿氮含量約1.01%、磷含量約0.07%、鉀含量約0.87%。以上農業有機廢棄物其成分大多為碳氮比例大，在使用時如直接進行農田土壤中，短期內較易造成土壤固氮作用，而與作物競爭氮素。所以宜事先在製作堆肥前，添加適當的含氮成分高的材料，以加速堆肥腐熟時間及增進堆肥品質與效益。

由甘比亞2000年、1999年、1998年農業統計年報指出，甘比亞地區亦有豐富的畜牧資源，其畜牧業的有機廢棄物主要包括有：牛糞、羊糞、禽類糞便等。由表十六化學成分含量分析結果顯示，一般禽類糞便氮含量約1.59%、磷含量約1.03%、鉀含量約1.67%。牛糞氮含量約0.86%、磷含量約0.42%、鉀含量約0.92%。羊糞氮含量約1.12%、磷含量約0.55%、鉀含量約1.35%。此類有機材料多屬含氮成分較高，碳氮比例小。一般作為堆肥材料宜添加適量碳氮比例大的有機材料以增加堆肥有機質成分。

表十六、甘比亞共和國全國主要農畜有機資材之成分分析

種類	含氮量(%)	含磷量(%)	含鉀量(%)
家禽	1.59	1.03	1.67
牛隻	0.86	0.42	0.92
山、綿羊	1.12	0.55	1.35
稻草	0.55	0.03	0.65
稻殼	0.38	0.02	0.40
其它禾草桿	0.56	0.04	0.95
落花生桿	1.01	0.07	0.87

為確實瞭解甘比亞地區主要農場有機廢棄物的化學特性，先由甘比亞2000年、1999年、1998年農業統計年報所調查的農作物產量換算出當年生產的農場有機廢棄物總量，再依序換算出各作物殘株廢棄物的氮、磷、鉀總量。其中農作物有機廢棄物總量之換算，係依據楊盛行等人報告所示計算方式，其中每100公斤的稻穀會產生69公斤的稻草，碾米時產生16.6公斤之稻殼。每100公斤的玉米會產生100公斤的玉米桿。每100公斤的花生會產生24公斤的花生殼，產生77.3公斤之花生桿。由表十七結果顯示，2000年甘比亞地區稻草產量約23,521公噸，稻殼產量約5,659公噸，雜糧類作物蒿桿產量約141,449公噸，花生藤桿產量約106,698公噸。1999年甘比亞地區稻草產量約21,840公噸，稻殼產量約5,254公噸，雜糧類作物蒿桿產量約119,348公噸，花生藤桿產量約95,046公噸。1998年甘比亞地區稻草產量約18,379公噸，稻殼產量約4,421公噸，雜糧類作物蒿桿產量約87,546公噸，花生藤桿產量約56,782公噸。

再依據各農場作物有機廢棄物總量分別與表十六中之氮、磷、鉀含量相互換算，其計算公式為：各作物有機廢棄物總量(公噸)×成分含量(%)=各成分總量(公噸)。由表十七結果顯示，2000年甘比亞地區稻草含氮總量約129公噸、含磷總量約7.1公噸、含鉀總量約153公噸，稻殼含氮總量約21.5公噸、含磷總量約1.1公噸、含鉀總量約23公噸，雜糧類作物蒿桿含氮總量約792公噸、含磷總量約56公噸、含鉀總量約1,344公噸，花生藤桿含氮總量約1,078公噸、含磷總量約74公噸、含鉀總量約928公噸。1999年甘比亞地區稻草含氮總量約120公噸、含磷總量約6.5公噸、含鉀總量約142公噸，稻殼含氮總量約20公噸、含磷總量約1.0公噸、含鉀總量約21公噸，雜糧類作物蒿桿含氮總量約668公噸、含磷總量約48公噸、含鉀總量約1,134公噸，花生藤桿含氮總量約960公噸、含磷總量約67公噸、含鉀總量約827公噸。1998年甘比亞地區稻草含氮總量約101公噸、含磷總量約5.5公噸、含鉀總量約119公噸，稻殼含氮總量約17公噸、含磷總量約0.9公噸、含鉀總量約18公噸，雜糧類作物蒿桿含氮總量約490公噸、含磷總量約35公噸、含鉀總量約832公噸，花生藤桿含氮總量約574公噸、含磷總量約40公噸、含鉀總量約494公噸。總計甘比亞地區之主要農場有機廢棄物總量及氮、磷、鉀總量(表十七)，在2000年農場有機廢棄物總量約277,327公噸，其中氮總量約1,951公噸、磷總量約140公噸、鉀總量約2,448公噸。在1999年農場有機廢棄物總量約241,488公噸，其中氮總量約1,768公噸、磷總量約123公噸、鉀總量約2,124公噸。在1998年農場有機廢棄物總量約168,128公噸，其中氮總量約1,182公噸、磷總量約81公噸、鉀總量約1,463公噸。

同樣由甘比亞2000年、1999年、1998年農業統計年報所調查的畜牧業產能換算出當年生產的主要畜產有機廢棄物總量，包括有家禽類、牛、羊(山羊及綿羊)，再依序換算出各畜產有機廢棄物的氮、磷、鉀總量。其中畜產有機廢棄物總量之換算，亦係依據楊盛行等人報告所示計算方式，雞(1.5公斤)每天之排糞尿量平均約0.15公斤，其中雞糞乾重約佔74%。牛(500公斤)每天之排糞量27.5公斤，一年則產生10037.5公斤。羊(35公斤)每天之排糞量0.75公斤，一年則產生273.8公斤。由表十八結果顯示，2000年甘比亞地區家禽類糞年產量約19,000公噸，牛糞年產量約3,097,000公噸，羊糞年產量約

672,000公噸。1999年甘比亞地區家禽類糞年產量約17,300公噸，牛糞年產量約3,088,000公噸，羊糞年產量約711,000公噸。1998年甘比亞地區家禽類糞年產量約15,400公噸，牛糞年產量約2,270,000公噸，羊糞年產量約757,000公噸。

表十七、甘比亞共和國全國主要農用有機資材資源估算

種類	年度	產量(公噸)*	含氮量(公噸)	含磷量(公噸)	含鉀量(公噸)
稻草	2000	23,521	129	7.1	153
稻殼	2000	5,659	21.5	1.1	23
其它禾草桿	2000	141,449	792	56	1,344
落花生桿	2000	106,698	1,078	74	928
總計	2000	277,327	1,951	140	2,448
稻草	1999	21,840	120	6.5	142
稻殼	1999	5,254	20	1.1	21
其它禾草桿	1999	119,348	668	48	1,134
落花生桿	1999	95,046	960	67	827
總計	1999	241,488	1,768	123	2,124
稻草	1998	18,379	101	5.5	119
稻殼禾	1998	4,421	17	0.9	18
其它禾草桿	1998	87,546	490	35	832
落花生桿	1998	56,782	574	40	494
總計	1998	167,128	1,182	81	1,463

* NASS, 2000; 1999; 1998 ^(28,29,30).

再依據各畜產有機廢棄物總量分別與表十六中之氮、磷、鉀含量相互換算，其計算公式為：各畜產有機廢棄物總量(公噸)×成分含量(%)=各成分總量(公噸)。由表十八結果顯示，2000年甘比亞地區家禽類糞含氮總量約302公噸、含磷總量約195公噸、含鉀總量約317公噸，牛糞含氮總量約26,328公噸、含磷總量約13,009公噸、含鉀總量約28,496公噸，羊糞含氮總量約754公噸、含磷總量約370公噸、含鉀總量約909公噸。1999年甘比亞地區家禽類糞含氮總量約276公噸、含磷總量約178公噸、含鉀總量約289公噸，牛糞含氮總量約26,536公噸、含磷總量約12,958公噸、含鉀總量約28,397公噸，羊糞含氮總量約795公噸、含磷總量約391公噸、含鉀總量約960公噸。1998年甘比亞地區家禽類糞含氮總量約245公噸、含磷總量約159公噸、含鉀總量約257公噸，牛糞含氮總量約19,528公噸、含磷總量約9,527公噸、含鉀總量約20,878公噸，羊糞含氮總量約847公噸、含磷總量約416公噸、含鉀總量約1,022公噸。總計甘比亞地區之主要畜產有機廢棄物總量及氮、磷、鉀總量(表十八)，在2000年農場有機廢棄物總量約3,788,000公噸，其中氮總量約27,383公噸、磷總量約13,575公噸、鉀總量約29,721公噸。1999年畜產有機廢棄物總量約3,816,000公噸，其中氮總量約27,607公噸、磷總量約13,527公噸、鉀總量約29,646公噸。1998年畜產有機廢棄物總量約3,042,000公噸，其中氮總量約20,620公噸、磷總量約10,102公噸、鉀總量約22,157公噸。

表十八、甘比亞共和國全國主要禽畜有機廢棄資材資源之估算

種類 ¹	年度	產量* (頭數)	有機廢棄資材量 (千公噸)	含氮量 (公噸)	含磷量 (公噸)	含鉀量 (公噸)
家禽	2000	472,447	19.0	302	195	317
牛隻	2000	308,586	3,097.0	26,328	13,009	28,496
山、綿羊	2000	245,861	672.0	754	370	909
總計	2000	-	3,788.0	27,383	13,575	29,721
家禽	1999	430,893	17.3	276	178	289
牛隻	1999	307,583	3,088.0	26,536	12,958	28,397
山、綿羊	1999	259,901	711.0	795	391	960
總計	1999	-	3,816.0	27,607	13,527	29,646
家禽	1998	382,534	15.4	245	159	257
牛隻	1998	226,161	2,270.0	19,528	9,527	20,878
山、綿羊	1998	276,698	757.0	847	416	1,022
總計	1998	-	3,042.0	20,620	10,102	22,157

* NASS, 2000; 1999; 1998^(28,29,30).(二)堆肥研製成果^(1,2,9,10,11,18,28,29,30,31,32)

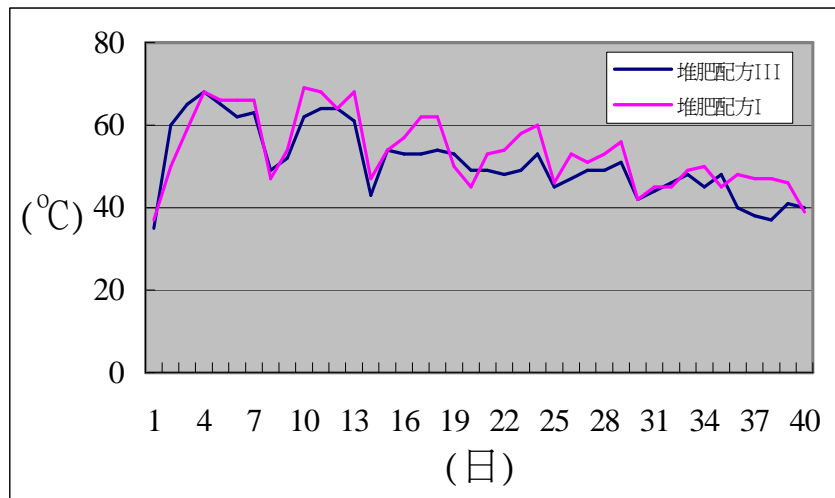
本試驗選擇及準備甘比亞農村地區較常見的大宗有機廢棄物為堆肥材料(表十九)，包括有牛糞、稻殼、稻桿、米糠等。其中牛糞的氮含量約為0.85%、磷含量為0.40%、鉀含量為0.85%、鈣含量為0.34%、鎂含量為0.21%、鈉含量為1.32%、C/N約為46。稻殼的氮含量約為0.37%、磷含量為0.03%、鉀含量為0.41%、鈣含量為0.13%、鎂含量為0.09%、鈉含量為0.39%、C/N約為138。稻桿的氮含量約為0.59%、磷含量為0.02%、鉀含量為1.32%、鈣含量為0.51%、鎂含量為0.26%、鈉含量為0.41%、C/N約為90。米糠的氮含量約為1.12%、磷含量為0.06%、鉀含量為0.89%、鈣含量為0.12%、鎂含量為0.61%、鈉含量為0.58%、C/N約為43。

表十九、堆肥試驗有機資材化學分析

有機資材	氮(%)	磷(%)	鉀(%)	鈣(%)	鎂(%)	鈉(%)	有機碳(%)	碳/氮
牛糞	0.85	0.40	0.85	0.34	0.21	1.32	39.0	46
稻殼	0.37	0.03	0.41	0.13	0.09	0.39	51.2	138
稻桿	0.59	0.02	1.32	0.51	0.26	0.41	53.5	90
米糠	1.12	0.06	0.89	0.12	0.61	0.58	48.5	43

本試驗研究利用甘比亞本土所具有的較大宗有機廢棄物，如牛糞、稻桿及稻殼等作為兩種主要堆肥材料，用量比例分別為堆肥配方 I：牛糞40%、稻殼25%、稻桿25%及米糠10%，堆肥配方 II：牛糞40%、稻殼40%、稻桿10%及米糠10%。將材料混合後，水分調整為重量比60%。堆肥化作用以好氣性分解較佳，充分供給氧氣為基本條件，基本上通氣及水分兩者有互補互利之作用，例如當堆肥材料水分含量過高，將影響到堆積物中空氣含量偏低，故可利用翻堆通氣方式，增加堆積物中空氣含量，並酌以降低

水分含量。由堆肥化過程中溫度變化結果顯示(圖二)，在第2~3日堆肥體溫度已上昇至60°C以上，這高溫期平均可維持至第20日左右，雨後溫度逐漸降低，至第40日時，溫度降至45°C以下的低溫，且再次翻堆後，溫度不再上昇而維持穩定，此時堆肥應已接近腐熟階段。堆肥溫度變化是堆積材料經由微生物作用後產生溫度累積之表徵，當堆肥化過程進行正常時，初期溫度急速升高達60°C以上。這種高溫維持一段時間，然後逐漸下降至周圍溫度，溫度之升與降，反映出不同有機物之分解階段，作用的微生物先為嗜溫與耐高溫者，然後是中溫者(60°C以下)擔任腐熟之作用，爾後隨堆肥逐漸腐熟，溫度呈下降乃至恒溫。



圖二、牛糞稻穀堆肥在堆肥化過程中之溫度變化(°C)

經化學成分含量分析檢測(表二十)，牛糞稻穀堆肥 I 的pH值約6.75、EC值0.41 mS/cm、氮含量為0.65%、磷含量為0.09%、鉀含量為0.32%、鈣含量為0.18%、鎂含量為0.10%、C/N約為21.2。牛糞稻穀堆肥 II 的pH值約6.82、EC值0.36 mS/cm、氮含量為0.53%、磷含量為0.10%、鉀含量為0.36%、鈣含量為0.16%、鎂含量為0.09%、C/N約為25。以白菜種子發芽率檢測堆肥腐熟度，平均發芽率約為61%，顯然堆肥品質已趨於穩定。經以上試驗評估顯示，利用當地現有大宗有機資材以牛糞40%、稻穀50%、米糠10%等比例混製材料，可以順利製作品質穩定的牛糞稻穀堆肥。

表二十、牛糞稻穀堆肥化學分析

堆肥配方	氮 (%)	磷 (%)	鉀 (%)	鈣 (%)	鎂 (%)	碳/氮	pH	EC (mS/cm)
堆肥配方 I	0.65	0.09	0.32	0.18	0.10	21.2	6.75	0.41
堆肥配方 II	0.53	0.10	0.36	0.16	0.09	25.0	6.82	0.36

註：堆肥配方 I：牛糞 40%、稻穀 25%、稻桿 25%及米糠 10%，
堆肥配方 II：牛糞 40%、稻穀 40%、稻桿 10%及米糠 10%。

六、建立甘比亞共和國稻作合理化施肥之栽培模式^(18,28)

為協助甘國建立水稻合理化肥推薦量及施肥技術，在Sapu地區(潮汐灌溉)辦理共三期作試驗，綜合以上試驗結果顯示(表二十一)，以B處理(牛糞稻殼堆肥5公噸/公頃+尿素100公斤/公頃)、D處理(複肥N-P₂O₅-K₂O (15-15-15) 200公斤/公頃+尿素200公斤/公頃)及E處理(複肥N-P₂O₅-K₂O (15-15-15) 100公斤/公頃+尿素100公斤/公頃)的水稻產量在各處理間明顯較高，水稻產量約在6.07~6.92 公噸/公頃範圍內，約比空白對照G處理高出347~421%。由於此三處理間差異不顯著，所以如果使用化學肥料，以E處理(複肥N-P₂O₅-K₂O (15-15-15) 100公斤/公頃+尿素100公斤/公頃，N-P₂O₅-K₂O=61-15-15公斤/公頃)用量處理之產量較佳且穩定，可做為水稻栽培之合理推薦用量，其中複合肥料100公斤/公頃作基肥，尿素各50及50公斤/公頃作一追及二追。如果配合堆肥使用，則以B處理(牛糞稻殼堆肥5公噸/公頃配合尿素100公斤/公頃)之水稻生長及產量均較佳。再者由成本效益分析(表二十二)得知，以A處理之淨收益每公頃873.3美金最高，其次為B處理之780.0美金，純有機肥施用法之570.8美金居第三位，農民慣行法之378.0美金居殿後。唯益本比之本試驗研究之合理化施肥法A之2.14居冠，而純有機肥施用法之1.72居末。

表二十一、稻作合理化施肥Ⅱ處理對稻穀產量之影響

處理*	1999 秋作		2000 春作		2000 夏作	
	(公噸/公頃)	(%)	(公噸/公頃)	(%)	(公噸/公頃)	(%)
A	4.93	263.6	5.71	348.2	5.75	307.5
B	6.49	347.1	6.07	370.1	6.67	356.7
C	5.37	287.2	5.73	349.4	5.75	307.5
D	6.79	363.1	6.92	421.9	6.87	367.4
E	6.60	352.9	6.41	390.8	6.70	358.3
F	3.25	173.8	3.17	193.3	3.23	172.7
G	1.87	100.0	1.64	100.0	1.87	100.0

* A: 牛糞堆肥 5 公噸/公頃

B: 牛糞稻殼堆肥 5 公噸/公頃+尿素 100 公斤/公頃

C: 田菁綠肥 10 公噸/公頃

D: 複肥 N-P₂O₅-K₂O(15-15-15) 200 公斤/公頃+尿素 200 公斤/公頃E: 複肥 N-P₂O₅-K₂O(15-15-15) 100 公斤/公頃+尿素 100 公斤/公頃F: 農民慣行對照，複肥 N-P₂O₅-K₂O(15-15-15)50 公斤/公頃+尿素 50 公斤/公頃

G: 不施肥對照

建 議

甘比亞共和國由於近年來人口年成長率達百分之4.2%，再加上境外難民激增，導致國內人口數在十年內由九十七萬人增至一百二十七萬人；再加上國民嗜食米食，米食成為甘國人之主食，年消費量由十年前之每人84公斤，增至2000年之每人117公斤，但甘國2000年白米生產量僅2.68萬公噸；而年進口量卻達9.9萬公噸，耗費外匯1.09千萬美元，造成甘國政府嚴重之財政負擔。根據本研究之調查及歸納，現階段甘比亞稻作產業之在自然環境之困境為(1)稻作面積不足，現有稻田分成看天田、淺水或淡水沼澤田、紅樹林鹽份沼澤田及灌溉田等五種生態，各生態區除灌溉田區外並不適合水田式栽培；(2)缺乏水利灌溉設施；(3)甘比亞水流域分成季節性淡水區及終年淡水區，季節性淡水區于旱季時

表二十二、稻作合理化施肥處理之經濟效益

單位：美金(\$1 US=12.8Dalasis)

生產成本品目	推薦化學肥料	推薦半有機肥	推薦純有機肥	農民慣行
	施肥法	施肥法	施肥法	施肥法
	複肥 100 公斤/公頃+ 尿素 100 公斤/公頃	牛糞堆肥 5 公噸/公頃+ 尿素 100 公斤/公頃	牛糞堆肥 5 公噸/公頃	複肥 50 公斤/公頃+ 尿素 50 公斤/公頃
一、生產資材投入				
種子種苗	12.5	12.5	12.5	12.5
肥料	82.5	77.5	50.0	41.3
工資	414.4	456.0	456.0	250.0
農藥	26.6	26.6	26.6	5.0
能源燃料費	8.3	8.3	8.3	2.6
農業資材	75.0	75.0	75.0	40.0
其它	33.3	50.0	50.0	20.0
(1)直接成本小計	652.6	705.9	678.4	371.4
農業設施投資	20.8	20.8	20.8	8.2
農業設施折舊費	20.8	20.8	20.8	15.4
農機投資	37.5	37.5	37.5	12.5
農機折舊費	37.5	37.5	37.5	12.5
(2)間接成本小計	116.6	116.6	116.6	48.6
生產成本總計(1)+(2)	769.2	822.5	795.0	420.0
二、收益				
平均公頃產量	6,570	6,410	54,636	3,216
稻穀單價(US\$/公斤)	0.25	0.25	0.25	0.25
粗收益	1642.5	1602.5	1365.8	804.0
淨收益	873.3	780.0	570.8	378.0
三、益本比				
	1.14	1.95	1.72	1.90

水質及兩岸之土壤含鹽份及含鎂成分太高不能種植；(4)年降雨量逐年減少且集中在6-10月間，灌溉水量不足。栽培技術方面之困境為(1)不同稻田生態區栽培法不一，陸稻區採直播法，而沼澤區及灌溉區採移植法，但缺乏正確之栽培技術及品種；(2)缺乏栽培曆，一切依天雨而定；(3)化肥太貴，農民鮮少施用足量化肥；(4)缺乏適地之優良品種，產量不一；(5)缺乏良種繁殖制度；(6)缺乏農機具，而偏重勞動力且主要勞動力為老弱婦女；(7)米質不良，碾米率在60~65%。產銷方面困境為(1)缺乏農機，無法集團採收。(2)缺乏脫粒農機具，農民以手工及簡單工具脫粒。(3)缺乏碾米農機，全國僅有在中游省北岸有碾米廠一座。(4)缺乏運輸工具，無法長途運送農產品。(5)缺乏銷售管道，農民主要銷售管道為假日市場。(6)農民自產之稻米大部分供家族食用(佔90%)。在稻農輔導政策方向之困境為(1)缺乏農民自主性之稻農組織。(2)因政府資金不足，缺乏稻穀保價收購制度及農貸制度。(3)進口白米未管制，進口量逐年大增。

因之依據本計畫之研究成果，未來甘比亞共和國之國家稻作增產工作計畫應可規劃如下：

(一)依不同生態區執行不同生產計畫，年增產27,320公噸及擴大稻作面積4,500公頃。

- 1.陸稻區生產面積維持年9,000公頃，但更換稻種為NERICA及鼓勵施肥用化肥及使用高力或農機犁耕，使單位面積產量由0.9公噸/公頃增至1.5公噸/公頃。
- 2.擴大沼澤區之栽培面積由500公頃增至2,000公頃，至推廣直播稻栽培替代傳統之移植栽培，使單位面積產量由1.5公噸/公頃增至2.0公噸/公頃。
- 3.擴大淡水沼澤區之栽培面積由5,600公頃增至8,000公頃並推廣使用中熟高產品種去代替現有之株型高大之低產品種，使單位面積產量由1.8公噸/公頃增至2.5公噸/公頃。
- 4.強化灌溉區之水源使用效率；在抽水灌溉區推展稻種更新及施肥技術使乾季之單位面積產量在由5.0公噸/公頃增至6.0公噸/公頃及雨季時由3.5公噸/公頃增至4.5公噸/公頃；在潮汐灌溉區推展年雙期作栽培及施肥技術使乾季時之單位面積產量由3.0公噸/公頃增至3.5公噸/公頃，雨季時由3.0公噸/公頃增至3.5公噸/公頃。
- 5.於紅樹林鹽份沼澤區推廣早熟耐鹽稻種及施肥技術使單期作之單位面積產量由2.0公噸/公頃增至3.0公噸/公頃。

(二)建立良種繁殖生產體系

- 1.提供優良稻種繁殖：由國內提供優良稻種如台農秈14及台農秈19號稻種及技術團提供NERICA稻種，供應甘國未來所需增加稻作面積之採種田稻。
- 2.培訓稻種繁殖農民班隊：培訓及組織稻種繁殖之農民班隊240人，分四班，生產優良稻種供甘國2003年以後，每年增加稻作面積約5,000公頃所之需稻種，採種田面積需120公頃。
- 3.建立稻種篩選體系：依引入適合西非地區栽培之稻種，再依甘國不同生態地區特性篩選適栽品種。
- 4.協助建立二級制稻種繁殖制度。
- 5.規劃商業化良種繁殖計畫：引入私人企業去生產甘國所需稻種，年需求量750公噸。

(三)強化栽培技術改善

- 1.於灌溉區示範推廣一期移植二期宿根栽培技術。
- 2.於淺沼澤區示範推廣直播栽培水田管理技術。
- 3.於灌溉區及陸稻區示範推廣合理化有機施肥法。
- 4.於陸稻區于示範推廣NERICA稻種之栽培技術。
- 5.於陸稻區及淺沼澤區示範推廣耕牛犁耕技術。
- 6.組訓農民籌組產銷班示範集團性生產有機堆肥技術。
- 7.於灌溉區及淺沼澤區示範推廣集團育苗計畫。
- 8.於小米旱作區示範推廣小米田轉作陸稻栽培計畫。

(四)改善水利灌溉設施

- 1.於潮汐灌溉區之入口水門處裝置活動抽水機以增加低潮汐期之灌溉水量。
- 2.於潮汐灌溉區及沼澤區之入水口處裝置浮船式抽水機以機動調節灌溉水量。

- 3.於淺水沼澤陸稻區開挖蓄水池，于雨水期蓄水並輔以地下水抽水，既可養魚具灌溉作用。
- 4.於下游省擴增潮汐灌溉墾區。
- 5.於甘比亞河兩岸普設動力水車給水灌溉設施，以擴增兩岸沼澤區之稻作面積。
- 6.於下游省擴增淺沼澤區之單期作田區。

(五)稻作機械動力改善

- 1.培訓農友使用畜力犁耕技術。
- 2.培訓農友使用無動力簡易脫粒機設備。
- 3.協助建立動力脫粒機收穫制度。
- 4.協助建立稻作代耕中心。
- 5.協助建立社區碾米廠制度。

(六)人力資源改善

- 1.建立社區婦女換工耕作體系。
- 2.以社區總體建設為主軸之理念，于開發稻作新墾區時，結合農村與農場為一體之生產體系，使社區男女性農民均可兼顧稻作生產。
- 3.建立以社區男性為主軸之稻作生產體系。

(七)產銷體系之改善

- 1.建立社區集體碾米廠代工體制。
- 2.教育農民正確使用採收後處理技術。

(八)強化教育訓練輔導功能

- 1.定期召開各種農技講習、座談及示範觀摩會。
- 2.于西部省成立多功能農產研究推廣中心。
- 3.建立以自主性農民組織為主軸之推廣組織體制。

若能比照上述之規劃，甘國稻米一定能年增產100,000公噸以上，早日達到自給自足之目標。

參考文獻

1. 黃山內 1991 豬糞堆肥在作物生產之利用 p.1-18 豬糞處理、堆肥製造使用及管理研討會論文專輯 台灣省畜產試驗所編印(1991)。
2. 嚴式清 1989 畜牧廢棄物在有機農業之利用 pp.245-249 有機農業研討會專集 台中區農業改良場特刊16號。
3. De Bertoldi, M., G. Vallint, A. Pera, and F. Zucconi. 1985. Technological aspects of composting including moddling and microbiology. pp.27-41. *In*: J. K. R. Gasser. (ed.). Composting of agricultural and other wastes. Elsevier Applied Science Publishers. London and New York.
4. Department of Planning. 1995. National Agricultural Sample Survey (NASS) Report, DOP, Banjul, The Gambia.

5. Duane, S. Mikkenlsen, Gamani Ranjit, Jayaweera and Dennis E. Rolston. 1993. Nitrogen Fertilization Practices of Lowland Rice culture, pp. 171-224. *In*: Peter Edward Bacon (*ed.*). Nitrogen Fertilization in the Environment.
6. Dunsmore, J. R., Blair Rains, A., Lowe, G. D. N., Moffet, D. J., Anderson, I P. and Williams, J. B. 1996. The Agricultural Development of The Gambia: An Agricultural, Environmental and Socioeconomic Analysis, Land Resource Study p. 22, Land Resources Division, Ministry of Overseas Development, Surrey, England.
7. Dunsmore, J. R. 1976. Agricultural production, practices and land use crops. In “The agricultural development of The Gambia: an agricultural, environmental and socioeconomic analysis”. *ed.* by J. R. Dunsmore, A. Blair Rains, G. D. N. Lowe, D. J. Moffatt, I. P. Anderson and J. B. Williams. pp.173-211. Land Resources Division, Ministry of Overseas Development Tolworth Tower, Surbiton, Surrey, England.
8. Elias, C. 1987. Study of Water Controlled Rice Production in The Gambia. Gambia Agricultural Research and Diversification Project, Report No. 32, Department of Agricultural Research, Yundun.
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. Taiwan Livestock Research Institute.
10. Harada, Y. 1990. Composting and application of animal wastes. ASPAC/FFTC Extension Bulletin No. 311:19-31.
11. Hsieh, S. C., and Hsieh, C. F. 1990. The use of organic matter in crop production. Food and Fertilizer Technology Center. Extension Bulletin No. 315.
12. Inoko, A. 1982. The composting of organic materials and associated maturity problems. ASPAC/FFTC Technical Bulletin No.71:1-20.
13. Jenkinson, D. S. Soil organic matter and its dynamics. *In*: Alan Wild (*ed.*) Russell's Soil condition and plant growth pp. 504-607. Longman Scientific & Technical, UK
14. Kundsén, D., and G. A. Peterson. 1982. Lithium, sodium, and potassium. pp.225-246. *In*: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney *ed.*), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
15. Lanyon, L. E., and W. R. Heald. 1982. Magnesium, calcium, strontium, and barium. pp.247-262. *In*: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney *ed.*), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
16. 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.
17. Moffatt, D. J., and I. P. Anderson. 1976. Profile characteristics and soil classification. In “The agricultural development of The Gambia: an agricultural, environmental and socioeconomic

- analysis". ed. by J. R. Dunsmore, A. Blair Rains, G. D. N. Lowe, D. J. Moffatt, I. P. Anderson and J. B. Willams. p.65-104. Land Resources Division, Ministry of Overseas Development Tolworth Tower, Surbiton, Surrey, England.
18. Moormann, F. R., and N. van Breemen. 1975. Rice: Soil, Land, Water. IRRI, Los Banos, Phillipines.
 19. Nelson. D. W., and L. E. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. p.539-579. In: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney ed.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
 20. Olsen. S. R., and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. p.403-430. In: Methods of Soil Analysis (A. L. Page, H. Miller and D. R. Keeney ed.), Part 2. Academic Press, Inc., New York.
 21. Ponnampereuma, F. N. 1965. Dynamic aspects of flooded soils and nutrient of the rice plant. The John Hopkins Press, Baltimore, MD.
 22. Remington T.R. 1991. Increasing Rice Production in the Inland Valley swamps of Western Gambia. PhD. dissertation. University of Wisconsin, Madison, WI.
 23. Sanders, H. John, Barry, I. Shapiro and Sunder Ramaswamy. 1996. A Strategy of Agricultural Technology Development for the Semiarid and Subhumid Regions of Sub-Saharan Africa. In The Economics of Agricultural Technology in sub-Saharan Africa. pp 28-50. The Johns Hopkin University Press, Baltimore and London.
 24. Shahandeh, R, L.R. Hossner, and F.T. Turner. 1995. Evaluation of soil phosphorus test for oxidized and reduced soil conditions. Communications in soil science and Plant analysis 26 (1&2), 107-121.
 25. Statistical Yearbook of Gambian Agriculture. 2000. National agricultural sample survey (NASS). Banjul, The Gambia.
 26. Statistical Yearbook of Gambian Agriculture. 1999. National agricultural sample survey (NASS). Banjul, The Gambia.
 27. Statistical Yearbook of Gambian Agriculture. 1998. National agricultural sample survey (NASS). Banjul, The Gambia.
 28. WARDA. 1993. Rice Trends in Sub-Saharan Africa: A Synthesis on Rice Production, Trade and Consumption, West Africa Rice Development Association, Bouake, Cote d' Ivoire.
 29. Bationo, A., and A. U. Mokwunye. 1991. Role of manures and crop residue in alleviating soil fertility constraints to crop production: With special reference to the Sahelian and Sudanian zones of West Africa. Fertilizer Research 29:117-125.
 30. Chung, R. S., Z. S. Chen, and Huang, S. L. 2000. Effect of hog dung compost on the growth and nitrogen composition of cabbage. In: Proceedings of Symposium on Applied Technology of Organic Fertilizer. pp.65-83. Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan ROC.

31. Hendrix, P. F., D. C. Coleman, and D. A. Crossley, Jr. 1992. Using knowledge of soil nutrient cycling processes to design sustainable agriculture. *Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy* 2:63-82.
32. Huang, S. N., and C. C. Lin. 2001. Current status of organic materials recycling in southern Taiwan. *Soil and Environment* 4(4): 229-249.
33. Piccolo, A., and J. S. C. Mbagwu. 1990. Effects of different organic waste amendments on soil microaggregates stability and molecular sizes of humic substances. *Plant and Soil*. 123:27-37.
34. 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.
35. Yang, S. S. 2001. Recent advances in composting. In: *Issues in the Management of Agricultural Resources*. pp.195-216. Food and Fertilizer Technology Center & National Taiwan University, Taipei, Taiwan ROC.
36. ICDF 2003. <http://www.ICDF.org.tw/>, Technical mission to Foreign Countries.