

廣東濱海強酸性鹽漬水稻土(反酸田) 化學特性的研究*

黃 繼 茂

(華南農業科學研究所)

廣東沿海部分濱海地區有一種呈強酸反應的鹽漬性水稻土，俗稱為“反酸”田或“咸硯”田。分佈於澄海、潮陽、汕頭、東莞、番禺、中山、吳川、湛江、合浦、防城等沿海地區，據作者初步估計，面積約在 30 萬畝以上，受害水稻產量極低，有的顆粒不收。

在非洲、馬來亞、越南沿海地區^[1]曾發現這種土壤並進行了研究。1932—1933 年 J. H. Dennett^[2,3]在馬來亞調查沿海沖積土時記述一種土壤 pH 值在 3.0 以下，亞表土有強烈硫化氫臭味且有很多植物殘體，他認為土壤呈強酸性反應的原因可能是硫化鐵氧化後產生硫酸的結果。1937 年 H. C. Doyne^[4]等稱這種土壤為紅樹林沼澤土(Mangrove Swamp Soils)，指出這種土壤由田間濕土狀態經風乾後可由弱酸性變至強酸性 (pH 2.5—1.7)，而氫氧化鐵與硫酸根也同時顯著增加。1940 年 R. G. H. Wilshaw^[5]在馬來亞沿海地區研究這種土壤的結果與前者相同，並指出土壤毒物為強酸及大量活性鋁。認為這些毒物可用水沖洗。1949 年非洲 Sierra Leone 農業試驗站^[6]在這種土壤底層發現很多紅樹林殘體，並且土壤 pH 值極低，鐵、硫酸根、氯根含量很高。所描述的土壤特徵與“反酸”田是一樣的。1957 年 T. E. Tomlinson^[7]根據這些情況在同一地區對紅樹林與土壤 pH 值的關係的研究結果，肯定在有紅樹屬 *Rhizophora racemosa* 殘體的土壤中，50% 以上的土壤樣本的 pH 值在 3.0 以下，其餘均在 pH 4.0 以下。並指出如果土壤積累了這種紅樹林殘體，就不應築堤使土壤乾早以免變酸。

作者從 1956 年開始，在廣東東部至西部沿海地區澄海、番禺、防城等縣，重點進行了這種土壤的調查研究，冀能了解土壤特性，以便為改良這種土壤提供一些理論根據。

一、土壤的一般特徵

作者認為廣東省的“反酸田”與上述文獻所描述的基本上是相同的，這種土壤係由河流沖積物的淺海低窪沼澤地演變發育而成。這些地區以前是海灣或海峽，周圍有山脈環抱。土壤變酸的條件是這樣的：長期淹浸靠潮水排灌植單季水稻時，收穫良好，而當築堤防潮，改植雙季稻冬期晒田後即發生嚴重酸害現象。心土灰黑色，厚度不一，有強烈硫化物臭味。在絕大部分土壤中有很多腐爛的紅樹林及其他植物殘體，有的地區紅樹落葉層

* 本文研究過程中得陳益年同志指導，提供很多重要意見，張晉威同志協助，華南植物研究所鑑定植物標本，謝國光、吳鉅志、黃叔雲等同志曾協助化驗，廣東省農廳涂毓華同志參加江海縣調查，羅大敏同志參加番禺縣野外工作，特此致謝。

仍可加以判別。但亦有一些正常稻田的水稻因被“反酸”田初期泡浸的田水流經田面而受害，並不是本身“反酸”，所以在這些土壤下層沒有紅樹林殘體。“反酸”田土壤曬乾後經浸漬的田水呈濁棕紅色，久貯排入江河，魚蝦也會死亡。受害嚴重地區，雜草不能生長，通常只有水葱 (*Eleocharis tetraquetra* Nees, 莎草科) 能繼續生長，所以一般可以根據這些特徵作為判斷“反酸”田的依據。

二、分析方法

取土壤剖面 27 個，水樣 14 個，植物 14 個，地下有機物 7 個。為了區別土壤毒物，採用“反酸”田與“正常”田(濱海鹽漬性水稻土)作比較，分別測定土壤焙乾殘渣、氧根、硫酸根、碳酸根、重碳酸根、pH 值、代換性鋁、活性鐵、活性錳、代換性總酸度、活性酸等。土壤係經風乾後測定，土壤與水或氯化鉀的比例均為 1:5。此外，並測定稻株的過氧化氫酶活動度、呼吸作用和光合作用及土壤全硫量和植株的硫等。

pH 值用電位法，代換性鋁和代換性總酸度用 Соколов 滴定法，活性鐵用比色法^[9]，活性錳用過碘酸鉀法，土壤全硫量用碳酸鈉及硝酸鈉熔融法^[8]，植株硫的分析用氯化鋇沉澱法^[10]，過氧化氫酶用容量法^[11]測定，光合作用和呼吸作用用簡易法測定^[12]。

三、結果及討論

(一) 受害水稻的生理現象

“反酸”嚴重的稻田，移植後數小時內秧苗秧尾捲縮變黑，一天後即枯萎死亡；程度較輕的，稻株矮小，葉狹而呈暗灰綠色，生育後期稻株變黑，不實率很高。根多腐爛，浮生於水面。水稻幼穗形成期的呼吸作用、光合作用與過氧化氫酶活動度的測定結果(表 1)說明，酸害水稻的過氧化氫酶活動度和呼吸作用特別旺盛，但光合作用不相應增強，水稻營養生理不正常，嚴重地影響生長與發育。酸害稻株的含硫量約為正常稻株的 4 倍。稻根的腐爛象徵及其臭味似與硫化物的毒害有關。根據稻根的生長情況可以設想土壤毒物含量以心土為高，使得稻根不能向下伸長。

表 1 正常與酸害稻株幼穗形成期主要生理現象的比較
(採集地點：番禺，品種：金鳳)

稻 株	過氧化氫酶活動度(氧毫升)				呼吸作用(排出 CO ₂ 毫克/100 克/小時)	光合作用(吸收 CO ₂ 毫克/1 克 鮮植物)	硫(%)
	3 分 鐘	6 分 鐘	9 分 鐘	12 分 鐘			
正 常	5.3	8.9	11.7	13.6	49.2	0.70	0.12
酸 害	13.5	23.3	30.1	34.9	104.2	0.90	0.47

分析者：黃繼茂、張晉威。

(二) 土壤毒物

隨着水稻栽培季節和水稻土中氧化還原狀況的變化，土壤中毒害物質的存在形態也必發生變化。土壤經過乾燥以後，大量硫化物氧化後產生的硫酸和因強酸引起的土壤中鐵、鋁、錳的溶解，在相當時期內必然是水稻受害的主要原因，茲從下列結果加以闡述。

表 2 正常和反酸土壤 pH、代換性鋁和硫含量*

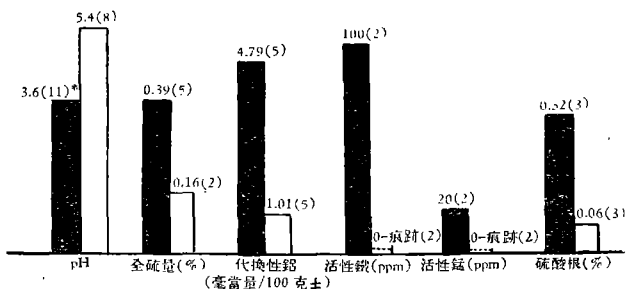
地名	正常或反酸	深度 (厘米)	pH	代換性鋁 (毫克量/100克土)	全硫量 (%)	備註
番禺下洲	反酸	0—22	3.7	未測	0.44	秧苗將死亡,生長蔥草
		22—40	3.5	5.41	1.12	
		40—100	2.8	9.56	2.46	
番禺門口涌	反酸	0—16	3.4	4.57	0.26	秧苗將死亡,生長蔥草
		16—35	2.9	7.88	0.46	
		35—100	2.9	6.09	1.31	
番禺門口涌	反酸	0—16	3.7	3.93	0.27	局部秧苗維持生長並生長蔥草
		16—35	3.5	4.69	0.18	
		35—100	2.8	12.90	2.39	
番禺上洲	正常	0—15	5.2	0	0.09	高產田
		15—30	5.2	0	0.17	
		30—100	6.6	0	0.72	
番禺上洲	正常	0—15	4.7	未測	未測	每畝產量僅 200 斤
		15—40	5.9	未測	未測	
		40—100	6.3	未測	未測	
防城碰港蝦塘	反酸	0—20	3.6	4.85	0.34	水稻死亡,僅生長零落蔥草
		20—30	4.1	4.64	0.55	
		30—40	4.1	2.43	1.01	

* 取樣時稻田浸水土壤風乾後測定。

分析者: 黃繼茂、張晉威。

表 3 反酸田土壤 pH、活性鐵和活性錳含量*

標本號碼	層次	pH	活性鐵 (ppm)	活性錳 (ppm)
010	表土	3.6	痕跡	痕跡
011	心土	3.5	125	98
012	底土	3.4	335	51
016	表土	3.1	100	30
017	心土	2.5	2960	50
018	底土	2.8	475	98
022	表土	2.9	100	10
023	心土	2.7	355	20
024	底土	2.8	765	50



* 平均樣品數

■ 反酸 □ 正常

圖 1 “反酸”田與正常濱海鹽漬性水稻土表土 pH、全硫量、代換性鋁、錳和硫酸根含量比較

* 用 1:5 土水比例浸提。分析者: 黃繼茂。

表4 土壤鹽分概況 (均無 CO_3^{2-})

地點	田類	正常或反酸	樣本數目	層次*	焙乾渣 (%)	HCO_3^- (%)	SO_4^{2-} (%)	Cl^- (%)
澄海	單造田	正常	6	表土	0.14—0.55	0—0.01	0.07—0.21	0.02—0.06
			6	心土	0.20—0.72	0—0.06	0.07—0.35	未測
			6	底土	0.44—0.95	0—0.07	0.15—0.39	0.11—0.17
		反酸	6	表土	0.32—1.08	0—痕跡	0.16—0.29	0.04—0.28
			6	心土	0.32—1.29	0—痕跡	0.15—0.75	0.04—0.13
			5	底土	0.44—1.11	0—痕跡	0.15—0.56	0.09
番禺	雙造田	正常	2	表土	0.12—0.23	0.007—0.011	0.05—0.14	0.02—0.03
			2	心土	0.22—0.47	0.007—0.02	0.10—0.22	0.03—0.06
			2	底土	0.29—0.89	0.007	0.14—0.52	0.04—0.07
		反酸	4	表土	0.10—0.37	0	0.05—0.22	0.01—0.02
			4	心土	0.23—0.81	0	0.13—0.42	0.02—0.07
			3	底土	0.79—1.23	0	0.45—0.67	未測
防城	雙造田	反酸	2	表土	0.25—0.37	0	0.09—0.18	未測
			2	心土	0.21—0.68	0	0.11—0.37	未測
			1	底土	1.61	0	0.67	未測
湛江	單造田	反酸	1	表土	0.45	0	0.30	0.03
			1	心土	0.45	0	0.29	0.04
			1	底土	0.27	0	0.18	0.02

* 表土 0—15 厘米；心土 15—40 厘米；底土 40—100 厘米。 分析者：張晉威、黃繼茂、謝國光、羅大敏。

從表 2、3、4 及圖 1 可以清楚看出，“反酸”田土壤的代換性鋁、全硫量、硫酸根及活性鐵、活性錳等較正常稻田為高，而 pH 值則很低。這些毒物在 100 厘米土層中的分佈情況，均以心土及底土為高：表土全硫量 0.25—0.44%，心土 0.46—3.58%，底土 1.31—2.46%。代換性鋁量隨 pH 值的降低而增加。活性鐵及活性錳含量也達到極高程度。據三個剖面分析結果，表土活性鐵最高含量 100ppm，活性錳 30ppm，心土活性鐵可高至 2960 ppm，活性錳 98ppm。底土活性鐵最高含量 765ppm，活性錳 98ppm。由於活性鐵很高，使泡浸液停滯的田水帶棕紅色，其 pH 值在 2.3—3.1 之間。毫無疑問，這些毒物大量溶於田水，對水稻是有猛烈毒害的。

但是水稻土經泡浸以後由氧化狀態變為還原狀態，土壤酸度的變化速度及還原速度究竟怎樣呢？為了探討這個問題，作者曾定位測定“反酸”田浸水後土壤的 pH 值和氧化還原電位，結果是這樣的：浸水前表土電位 (Eh) 712 毫伏特，pH 值 2.7，浸水 7 天後電位降至 507 毫伏特，pH 值 3.15，15 天後電位 465 毫伏特，pH 值幾沒有什麼變化 (pH 3.2)。浸至 3 個多月後，pH 值升至 5.2，氧化還原電位降至 378 毫伏特。這個情況說明土壤經

長期乾燥後，大量活性毒物難於洗去，酸害可能是早稻受害的主要原因，而在土壤長期浸漬後，硫化物的毒害可能逐漸成爲主要原因。

從表 4 看出，單季稻田土壤鹽分一般均在 0.35% 以上，水稻可能同時受鹽害，但是，耕作年代較久的兩個雙季稻田，鹽分一般未超過 0.35%，可見鹽害不是普遍的問題。事實上從上述分析結果可以知道，有相當數量的活性鐵、鋁或硫化物或有機物等存在於焙乾殘渣中。

因此，作者認爲“反酸”田的毒物是酸害和大量活性毒物，而鹽害則不是普遍問題。

(三) 酸的性質

上述文獻已肯定這種土壤致酸的原因是由於硫化物經氧化後產生硫酸。作者分析了田間長期浸漬的濕土的 pH 值及硫酸根，然後經曬乾後在 30°C 放置一個月後再分別測定 (表 5)，發現 pH 值顯著下降，硫酸根有某些增加，一般情況是硫酸根含量越高，pH 值越低。陳華癸已從這種土壤中分離出強酸性硫化細菌 (*Thiobacillus thiooxidans*)，這種細菌能將硫化物氧化爲硫酸，能在 pH 1.2—2.5 的強酸性環境下活動。根據這些情況，作者認爲廣東的“反酸”田與熱帶地區的所謂“紅樹林沼澤土”基本上是一樣的，同時是因爲築堤乾燥後土壤中大量硫化物氧化爲硫酸而引起的。

表 5 不同乾濕狀態對土壤 pH 和 SO_4^{2-} 含量的影響

取樣地點	深 度 (厘米)	全 硫 量 (%)	長 期 浸 漬		晒 乾 *	30°C 貯 藏 30 天	
			pH	SO_4^{2-} (%)	pH	pH	SO_4^{2-} (%)
番 禺	8—16	2.67	5.4	0.28	3.25	2.8	0.31
	16—60	0.47	6.8	0.02	6.1	5.7	0.04
	60—120	0.30	6.8	0.02	6.1	5.7	0.04
番 禺	0—25	0.68	4.0	0.10	3.6	3.1	0.19
	25—40	4.0	6.0	0.03	5.1	4.4	0.20
	40—88	1.51	7.2	0.004	6.5	5.4	0.11
中 山	19—35	3.59	3.8	0.16	未測	2.8**	0.68

* 當時氣溫均 16°C; ** 23 天。

分析者：黃繼茂、張晉威。

從表 6 看出，代換性鋁佔總代換性酸的絕大部分，表土佔 70—89%，心土佔 41—98%，底土佔 16—93%，這種現象可能是氫離子易與非代換性鋁交換的結果^[13]。在總酸度中相當部分是活性酸，其毒性必烈，據實驗 (表 7) 證明，游離酸淋失後土壤 pH 值可以提高。

(四) “反酸”土壤的形成

據 T. E. Tomlinson 的研究結果，這種土壤的形成與紅樹林植被有密切關係。作者曾在“反酸”田下層發現了紅樹林落葉層 (中國科學院華南植物研究所鑑定)，並進一步對這種礦化的植物殘體進行一些研究。這種有機物 (7 個) 當長期風乾後 pH 值在 1.3—2.4 之間，全硫量 4.69—6.62%。將礦化有機物 (pH = 1.3) 施於含硫很低的紅壤 (表 8) 使它含有機質 7.89% (容量法測定)，用自來水濕潤攪和，放置一個月後，紅壤的 pH 值由 4.7 降至 2.8。另一個試驗是從長期淹浸的“反酸”田下取出腐爛有機物即行壓爛浸提測定 pH

表 6 土壤總代換性酸、活性酸、代換性鋁含量

地 名	深 度 (厘米)	pH	代 換 性 酸 (毫當量/100克土)	代 換 性 鋁 (毫當量/100克土)	代換鋁佔總酸量 (%)	活 性 酸 * (毫當量/100克土)
番 禺	16—40	3.5	7.05	5.41	77	1.45
	40—100	2.8	13.59	9.56	70	6.55
番 禺	0—16	3.4	5.19	4.57	88	0.79
	16—35	2.9	9.14	7.88	86	3.73
	35—100	2.85	9.53	6.09	64	7.42
番 禺	0—16	3.7	4.52	3.93	87	0.31
	16—38	3.5	5.46	4.69	86	0.68
	38—100	2.75	18.17	12.90	71	7.46
澄 海	0—20	3.9	7.71	5.78	75	未測
防 城	0—20	3.6	6.94	4.85	70	3.32
	20—30	4.05	11.21	4.64	41	5.78
	30—40	4.1	15.23	2.43	16	11.05
湛 江	0—17	3.3	6.40	5.72	89	未測
	17—32	2.9	8.14	7.99	98	未測
	32—60	3.5	3.77	2.74	73	未測

* 1:5 的土水 KCl 浸提液用 0.1N NaOH 滴定。

表 7 土壤用 1:10 土水比例浸洗 3.5 小時後 pH 變化情況

地 名	浸 洗 前 pH	浸 洗 後 pH
番 禺	3.7	4.1
番 禺	3.5	4.2
番 禺	2.8	3.3
防 城	3.6	4.1
防 城	4.1	4.4
防 城	4.1	4.5

表 8 “反酸”田下層有機物對紅壤 pH 值的影響

土 壤 質 地	加有機物前 pH 值	加有機物經 30°C 一個月後 pH 值
粗粉砂輕壤紅壤	4.7	2.7
粗粉砂輕壤紅壤	4.8	2.8
粗粉砂輕壤紅壤	4.8	3.0

分析者：黃繼茂。

值與 SO_4^{2-} 和水分，風乾後再測定一次，則 pH 值由原來的 4.3 降至 2.3， SO_4^{2-} 由 1.49% 增至 4.70%。這些情況說明，“反酸”田一旦乾燥後，這些礦化有機物對土壤酸化起有顯著影響。作者分析了四種紅樹林灌木的有機態硫，其含量高低不一。桐花樹 (*Aegiceras corniculatum*) (葉) 含有有機態硫 1.58%，比一般三稜草 (*Carex. sp.*) 高 6 倍。非洲土壤的強酸性是與 *Rhizophora racemosa* 有密切關係的，這種紅樹林生長在低窪沼澤鹽地，就其地形看來與廣東的“反酸”田發生位置大致相同。據防城縣老農記憶，現在的“反酸”田以前是生長着紅樹林，所以凡是田底有“木屎層”的就“反酸”特別嚴重。這樣看來，“反酸”田的成因與紅樹林似有密切關係。大家知道，某些鹽生植

酸”特別嚴重。這樣看來，“反酸”田的成因與紅樹林似有密切關係。大家知道，某些鹽生植

物能從海水中積累大量硫酸鹽，並將其中一部分在植物體中還原為硫的有機化合物^[15, 16]。

四、土壤改良方法

綜合農民經驗及根據研究結果，介紹以下改良方法。

根本措施是改善排灌條件。澄海縣農民採用每隔 25 尺開一條排水溝，深 3 尺左右。據 Roknpr^[13] 水稻研究站試驗結果，經連續排灌 6 個月，水稻可正常生長。作者認為排灌時間要根據“反酸”嚴重程度而定。每次排水要徹底，如果冬季晒田，則應在早稻移植前 1—2 個月進行排灌並犁耙 2—3 次，每次耙完的田水因毒物增濃應即排除並即灌水。石灰應在初步洗去土壤游離酸及活性毒物的情況下施用，才易見效，一般每畝施 150 斤左右，並結合施有機肥。晚稻酸害一般不嚴重，石灰施量可大大減少或免施，但仍然要注意排灌，勿令稻田乾燥。為使土壤毒物早些除去，並適合一年種三季作物的目的，在水利條件良好的地方，冬季可以犁冬晒田，使大量硫化物氧化，然後採用上述措施。如果水利不便，最好是冬季浸田，而在水稻移植前仍採用上述耕作方法。

廣東農民施用大量垃圾、濾泥（漂白糖後的坭渣）、糖泥、厩肥結合排灌，可有效地改良“反酸”田，其中以前兩種肥料最好。此外釀用骨粉作秧頭肥，培育壯秧或改用“剷秧”，選用適應力強的品種等，都是有一定效果的農業技術措施。在築堤防潮地區，事先宜作一次土壤勘測，如發現土壤下層有大量紅樹林殘體，應特別注意灌溉，不應讓其乾燥，或考慮不築堤。

摘 要

濱海強酸性鹽漬水稻土（“反酸”田）是廣東沿海的一種特殊土壤，水稻難於生長。本文對這種土壤的化學特性進行了初步研究。其結果摘要如下：

這種土壤在未脫離沼澤過程以前是正常的稻田，但當築堤防潮使變乾燥後，即產生猛烈毒害。心土及底土呈灰黑色，有濃厚硫化物臭味，多含腐爛紅樹林及其他植物殘體。受害水稻生理現象很不正常。土壤含全硫量極高（3.59%），pH 值極低（2.7），代換性鋁、硫酸根、活性鐵、活性錳等含量很高。這種土壤的酸化可能是由於硫化物經氧化後產生硫酸，可藉沖洗排除。這種土壤的發生似與紅樹林有密切關係。礦化的土壤有機物全硫量極高（6.62%），pH 值極低（1.3），對土壤酸化有顯著影響。

根據農民經驗，這種土壤的根本改良措施是多排灌，每次必須徹底排除田水，如冬季晒田，應提早浸田，並多犁耙沖洗後，再施石灰及有機肥。

參 考 文 獻

- [1] 林山，1956。中國農業代表團訪問越南人民民主共和國報告（油印本）。
- [2] Dennett, J. H., 1932. The western coastal alluvial soils. *Malayan Agr. J.* 20 (6): 298.
- [3] Dennett, J. H., 1933. Studies in Malayan soils. Part 1. The classification and properties of Malayan soils. *Malayan Agr. J.* 20 (8): 347.
- [4] Doyne, H. C., 1937. A note on the acidity of mangrove swamp soils. *Trop. Agr. Trin.* 14 (10): 286—287.
- [5] Wilshaw, R. G. H., 1940. Note on the development of high acidity in certain coastal clay soil of Malaya. *Malayan Agr. J.* 28 (8): 352—357.

- [6] Sierra Leone Department of Agriculture, 1949. Agriculture Chemistry. Pub. Sierra Leone Dept. Agr. Rept.
- [7] Tomlinson, T. E., 1957. Relationship between mangrove vegetation, soil texture and reaction of surface soil after empoldering saline swamps in Sierra Leone. *Trop. Agr.* **34** (1): 41—50.
- [8] 李慶遠等, 1953. 土壤分析法. 128頁, 58—61. 科學出版社.
- [9] 中央衛生研究院衛生工程學系, 1954. 水和生活污水的物理與化學分析法. 108—109, 人民衛生出版社.
- [10] А. И. 耶爾馬科夫, 1956. 植物生物化學研究法. 463頁, 科學出版社.
- [11] 黃繼茂, 1957. 容量法測定植物過氧化氫酶活動度. 華南農業科學 2: 21—23.
- [12] Ф. Д. 斯卡茲金等, 1956. 植物生理學實驗指導. 155—156頁, 244—245頁, 高等教育出版社.
- [13] 凌雲霄、于天仁, 1957. 土壤酸度與代換性氫、鋁的關係. 土壤學報 **5** (3): 239—246.
- [14] Macluskle, H., 1952. The reclamation of mangrove swamp areas for rice cultivation. *World Crops*, 129.
- [15] Е. И. 拉特涅爾, 1956. 植物營養和施肥. 30—31頁, 22頁, 科學出版社.
- [16] 林厚萱、章慧麟、侯學煜, 1957. 酸性土、鈣質土和鹽漬土指示植物的化學成分. 土壤學報 **5** (3): 263.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СИЛЬНОКИСЛЫХ ЗАСОЛЕННЫХ ПОЧВ (ПОДКИСЛЕННЫХ ПОЛЕЙ) В ПРИМОРСКИХ РАЙОНАХ ПРОВИНЦИИ ГУАНДУНА

Резюме

Хуан Цзи-моу

(Сельскохозяйственный научно-исследовательский институт южной части Китая)

Приморские сильнокислые засоленные почвы (подкисленные поля) являются своеобразными почвами в приморских районах пров. Гуандуна. Рис возращается на таких почвах очень трудно. Автор статьи провел предварительное исследование химических свойств этих почв. Результаты исследования коротко изложены следующими:

До прекращения заболоченных процессов эти почвы были обычными рисовыми почвами. После постройки дамо, когда они стали высушенными, в них образовались очень вредные вещества для растений.

Средний и нижний горизонты почв обладают серочерной окраской и имеют сильный запах от сульфидов. В почвах накапливается большое количество разложившихся остатков мангровых лесов и других растений. Поврежденный рис характерен ненормальными физиологическими явлениями. Общее содержание серы в почвах достигает 3,59%. Величина рН—2,7. Содержание обменных алюминии, SO_4^- , подвижных железа, марганца и др. очень высоко. Подкисление почв, по всей вероятности, обусловлено образованием сернокислоты путем окисления сульфидов. Устранить сернокислоту можно при помощи размывания. Образование этих почв, по видимому, тесно связано с мангровыми лесами. Общее содержание серы в минерализованных органических веществах почв достигает 6,62%. Величина рН весьма низка (табл. 1,3). Они оказывают сильное влияние на подкисление почв.

Опыт крестьян показывает, что основными мелиоративными мероприятиями являются следующие: Нужно часто размывать и дренировать почвы; в каждый раз с полей должно удалить всю воду; если зимой высушиваются поля, то затопление поля должно проводиться по раньше, а после размывания землю необходимо неоднократно выпаживать и боронить, затем внесут известь и органические удобрения.