

鉴湖平原的泥炭*

陈 谅 闻

(杭州大学地理系)

关键词 鉴湖平原 泥炭 性质

一、鉴湖平原泥炭的形成和分布

位在杭甬铁路以南、会稽山麓以北的鉴湖平原是由第四系粘土、砂砾所组成的湖沼、海积平原，其浅处埋藏有泥炭。

从大量钻孔资料获得鉴湖平原浅层的岩性及厚度（自上而下）：

岩 性	厚 度 (m)
耕植土或填土	0—0.5
黄褐色亚粘土	0.5—1.5
青灰色淤泥质粘土	0.5—2.0
黑褐色泥炭	0.15—0.30
青灰色淤泥质粘土	1.5—1.8
黑色腐泥夹零星泥炭	0.10—0.20
青灰色淤泥质粘土	1.5—1.8
含淤泥质粘土（地下水微咸）	2.0—3.0

以上均属全新统地层，冰后期气候波动和海面变化决定了它们的沉积特点。

底部含淤泥质粘土、地下水微咸，产有大牡蛎 (*Ostrea* *<Crassostrea> gigas thunberg*) 属浅海相。形成时间相当北方期（距今9500—7500年），当时气候温凉，按该层分布，全新世早期海岸线已推进到西南山麓的漓渚、兰亭、平水一带。大约距今7000年杭州湾发生较大海退，海岸线北移，鉴湖平原成为地势低洼、湖泊密布的滨海平原。当时气候转向湿热，降水又多，沉积了湖泊相淤泥质粘土层¹⁾。

在距今6000—2200年，杭州湾沿岸发生气候相对温凉和相对干温的周期变化，距潮间带不远、受海面升降及潮汐影响的鉴湖平原经历了湖泊和沼泽反复交替的过程。厚度为10—20cm黑色腐泥夹零星泥炭显然是沼泽作用的产物。根据邻区相当层位泥炭¹⁴C年代值和绍兴茶厂等地发现鹿等亚化石估计，该层形成于距今6000—5000年，滨岸植被为青刚栎-栲-杨梅组合 (*Quercus glauca*-*Castanopsis*-*Myrica* 孢粉带)，相应于大西洋期的热湿气候，年平均温度比目前高2—3℃，降水量比目前多500—600mm^[1]。但这个时期温度高，植物死亡后的残体分解强度过大，仅在山麓和缓岸有零星的泥炭堆积。

* 在写作过程中曾得到洪紫萍、吴林祖、蒋时晖同志支持，特此感谢。

¹⁾ 杭州大学地理系：绍兴鉴湖流域的自然环境，1983。

深度1.5—3.0m处的黑褐色泥炭层,按其中发掘到夏文化期的陶鼎、陶甗、石箭头和春秋战国时期印纹陶推测¹⁾,泥炭形成于距今4000—2200年间,相当于全新世中期的亚北方期。植被出现麻栎-栗-松-青刚栎组合(*Quercus acutissima*-*Castanea*-*Pinus*-*Quercus glauca* 孢粉带)。从气候看,经过凉干—温湿—略凉干—温湿的波动。温湿,指年平均温度比目前高1—2℃,降水量比目前多200—300mm^[2]。气候的冷暖变迁,地形、水分、土壤以及由西南山区流来的夏履、型塘、漓渚、菱宫诸江带入丰富的矿物质养分,这一切都有利于鉴湖平原湖泊沼泽化及泥炭的形成和积累^[3]。从泥炭植物残体认辨,当时沼泽长满的是苔草(*Carex*)、芦苇(*Phragmites communis*)、咸草子(*Juncus*)、柳属(*Salix*),这些茂盛的喜湿植物不断死亡,逐年堆积,便形成这15—30cm厚的泥炭层。距今2200年鉴湖平原沼泽消失。在秦、汉之际气候相继温湿,加之海面上升的影响,鉴湖平原重新接受湖泊相沉积,沉积的青灰色淤泥质粘土和黄褐色亚粘土覆盖了泥炭层。

全新世亚北方期鉴湖平原的气候、地形、水文、土壤、养分等多种因素适合湖泊全面沼泽化和泥炭堆积,所以浅层泥炭分布范围较大。除了个别地方,诸如河流入口处水流过急、原始地貌隆起或深拗不利于喜水植物生长,未能形成泥炭地和被人为开挖缺失

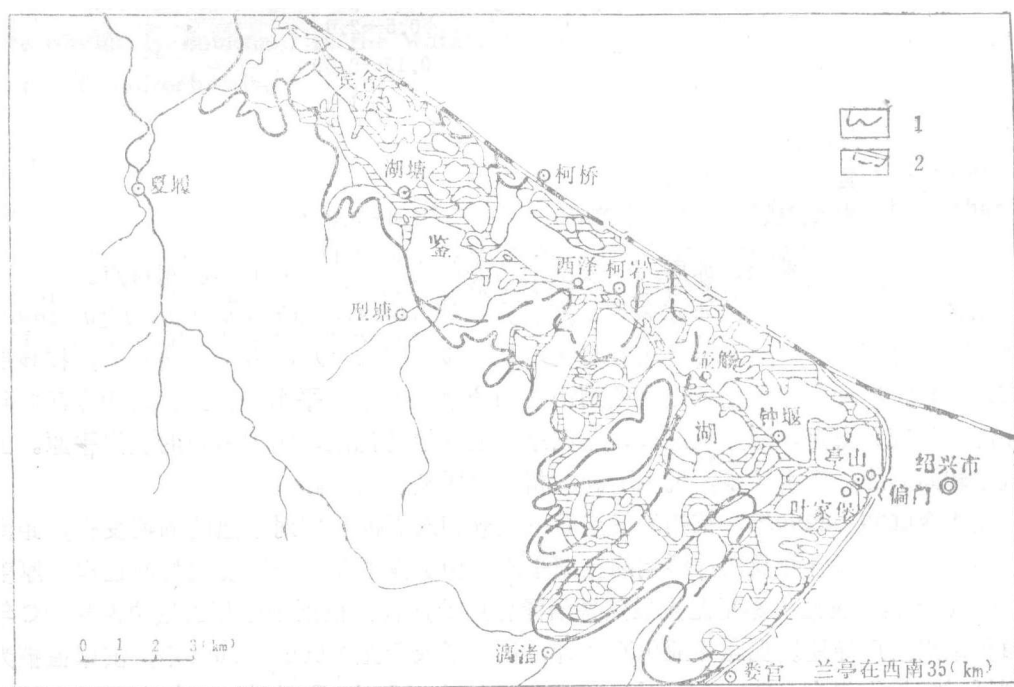


图1 鉴湖平原的泥炭分布(据徐茂春等, 1983; 已简化)

1. 平原区和山区界线; 2. 泥炭分布范围。

Fig.1 The distribution of peat in the Jianhu Plain (after Xu Maochun et al., 1983, simplified)

1. The demarcation line between plain and mountain areas, 2. The scope of peat distribution.

1) 文物资料由绍兴市文物管理处王少权提供。

情况之外，平原区普遍存在这层泥炭。泥炭地面积约为 95.6km²，占鉴湖平原面积的 64.2%（图 1）。许多地段泥炭层分布的延续性较好，如沿西北—东南一线的宾舍—西泽、壶觞—偏门泥炭分布长度达 5km 以上¹⁾。

泥炭堆积时期（距今 4000—2200 年间）离现在时间不远，故埋藏较浅（深度 1.5—3.0m），而泥炭在亚热带气候条件下湖泊沼泽化过程中形成，有机质分解强度还是很大，泥炭累积不多，厚度甚小，仅仅 15—30cm。

根据史书记载，鉴湖形成较晚，公元 140 年东汉会稽太守马臻筑堤截水，才有鉴湖轮廓，今日鉴湖实则是经过历代人民围垦、疏浚和改造过的河、湖、港、汉合一的水域。鉴湖平均水深 2.77m，埋深在 3m 以内的泥炭层处处被鉴湖水网切割（图 1、2），湖底面积 30% 还下伏着泥炭层。鉴湖周长 45km，被鉴湖切割淹没在环湖岸坎上的泥炭层的总长度 35.1km，为鉴湖周长的 78%。从湖区泥炭层被鉴湖水网切割和在湖底分布情况看，泥炭与鉴湖湖水接触十分广泛。

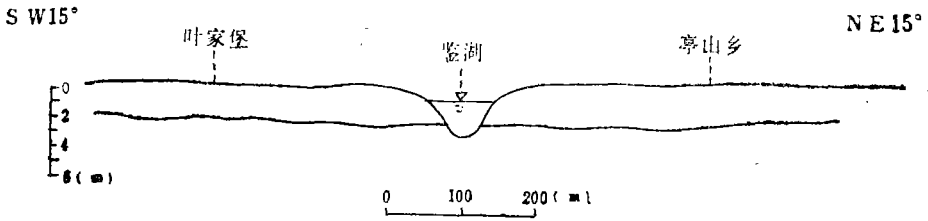


图 2 鉴湖横剖面上泥炭分布
Fig.2 The peat distribution shown in the cross section of Jianhu Lake

二、鉴湖平原泥炭的性质²⁾

根据鉴湖平原各地泥炭的组分分析，结果列表 1。

表 1 鉴湖平原泥炭组成
Table 1 The composition of peat in the Jianhu Plain

干 基 (%)			可 燃 基 (%)		
灰 分	有 机 质	腐 殖 酸	C	H	N
40—65	35—60	15—40	45—60	4.5—6.5	2.0—4.0

对具有代表性的湖塘、柯岩、钟堰三处的泥炭分别进行有机组分分析，有机组分元素分析和灰分无机组分分析（表 2，3，4）。

鉴湖平原泥炭有机质含量 35—60%，腐殖酸含量相对较高（15—40%），分解度较大（30—35%）。泥炭发热量经测定一般为 6.28—14.24MJ/kg。根据泥炭性质、形成环境及其所保存植物残体辨认，可判定鉴湖平原泥炭为低位型苔草-芦苇泥炭⁴⁾。

泥炭无机组分中 SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃ 含量较高，因为泥炭所含粘土矿物中有较多的 Si、Al、Fe 等元素，据分析³⁾，鉴湖平原泥炭中的粘土矿物大多数为伊利石，其次为

1) 徐茂春等：浙江绍兴鉴湖泥煤勘察及环境地质条件的初步分析，1983。
2) 泥炭样品各组分的百分含量由原浙江省环保局李春锋等测定。
3) 浙江大学地球化学教研室：绍兴鉴湖底泥的地球化学特征，1983。

表 2 鉴湖平原泥炭的有机物组成 (于基%)

Table 2 The organic composition of peat in the Jianhu Plain

采样地点	灰分	蜡	HCl残渣	抽取可溶物	总腐殖酸	黑+棕腐殖酸	黄腐殖酸	木质素	半纤维素	易水解物
湖塘	52.31	1.32	11.23	14.50	26.80	15.64	11.16	3.45	2.80	31.47
柯岩	58.83	0.96	12.98	16.41	31.48	19.40	12.08	1.86	2.70	32.36
钟堰	59.42	0.84	14.45	9.36	24.00	17.41	6.59	0.94	3.60	28.63

表 3 鉴湖平原泥炭有机质元素组成 (有机质%)

Table 3 The elemental composition of organic substances of peat in the Jianhu Plain

采样地点		C	H	N	S	O
湖塘		51.93	4.97	2.41	3.93	36.76
柯岩		58.21	5.79	3.12	4.59	28.29
钟堰		47.31	5.20	3.62	4.66	39.21

表 4 鉴湖平原泥炭灰分的矿物质组成 (灰分%)

Table 4 The mineral composition of peat ash in the Jianhu Plain

采样地点		SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O
湖塘		54.31	18.28	2.69	2.14	13.71	0.82	3.25	1.38
柯岩		52.02	16.74	4.25	2.44	14.92	0.85	3.23	1.49
钟堰		53.49	19.14	1.84	1.83	14.72	0.95	3.16	1.31

高岭石和绿泥石, 它们从平原西南面的低山丘陵区的大片中生代酸性火成岩中的钾长石、黑云母、角闪石等造岩矿物经风化变来的。泥炭中CaO>MgO, 据阪口丰认为^[6], 泥炭中CaO>MgO, 沼泽由地下水补给, 说明鉴湖平原泥炭层形成时的环境受沿海潮汐影响已经很小, 再则其西南山区古生代灰岩的岩溶作用也是提供Ca物质来源的一条重要途径。

四、鉴湖平原泥炭的净化功能

鉴湖平原泥炭呈弱酸性, pH为5.8—6.3。泥炭含有一定数量的腐殖酸。腐殖酸是无定形香芳族酚羧酸, 结构还未最终搞清^[6]。腐殖酸类炭质净化剂的作用是明显的, 主要表现在离子交换作用、络合和螯合作用、表面吸附作用。腐殖酸炭质净化剂具有弱酸性, 与金属相遇可产生离子交换作用, 它还可以通过分侧链上的活泼含氧官能团(如羧基、酚羟基、羰基、氨基等)与二价以上的金属形成络合物或螯合物^[7,8], 含氧官能团对农药及其他有毒污染物又有强烈的吸附能力^[9,10]。

鉴湖平原泥炭呈疏松多孔纤维状结构, 孔隙率约50%, 渗透性较大(渗透系数0.0015cm/s), 鉴湖湖水在湖岸或湖底与泥炭直接接触或渗入泥炭层, 泥炭均可对湖水进行净化作用。

通过下列几方面探讨泥炭对湖水的净化功能:

1. 在鉴湖平原泥炭层的地下水位一般低于鉴湖水位, 湖水补给地下水, 根据水质资料, 经渗滤后泥炭层地下水比鉴湖湖水洁净, 污染物含量低(表5)。

表 5 泥炭层地下水与鉴湖湖水水质 (mg/l) 比较

Table 5 The comparison of the water quality between peat layer and Jianhu Lake

水 体	酚	氰化物	As	Hg	总Cr	Cd
泥炭层地下水	<0.001	未检出	<0.03	<0.0001	未检出	未检出
鉴 湖 湖 水	<0.002	<0.05	<0.05	<0.0005	<0.03	<0.005

2. 将鉴湖沿岸泥炭层与相邻淤泥质粘土层污染物含量进行比较 (表 6) ;

表 6 鉴湖沿岸泥炭层与相邻粘土层污染物含量 (mg/kg) 比较

Table 6 The comparison of pollutant contents between peat layer and its neighbouring clay layer along the shore of Jianhu Lake

层 位	酚	氰化物	As	Hg	总Cr	666 (μg/kg)
泥 炭 层	0.23	0.150	16.80	0.0915	102	7.0
粘 土 层	0.0151	0.0571	4.48	0.0300	104	5.1
对 照 背 景 值	0.00637	0.0501	1.74	0.00944	94.2	4.7

表中泥炭层、粘土层、对照背景值三者的含Cr量均高、数值接近,原因是Cr在风化壳中的含量本底就高,并趋向分散状态。泥炭层中酚、氰化物、汞、六六六的含量高出相邻粘土层的几倍乃至十几倍,说明泥炭层对鉴湖湖水有较强的净化能力。

3. 对背向鉴湖湖岸不同距离的泥炭层污染物含量加以测定并进行比较 (表7)。

表 7 泥炭层在背向鉴湖湖岸不同距离上污染物含量 (mg/kg) 的变化*

Table 7 The variation of pollutant contents in peat layer in different distances away from the shore of Jianhu Lake

采样点离湖岸距离 (m)	酚	氰化物	As	Hg	总Cr	666 (μg/kg)
0	0.40	0.23	28.0	0.16	102	9.4
120	0.31	0.21	22.0	0.12	96	8.4
240	0.22	0.15	13.0	0.09	104	6.6
360	0.14	0.10	5.0	0.04	102	5.6

* 本试验在亭山—叶家堡一线上采样。离鉴湖湖岸不同距离的泥炭层污染物含量由原绍兴地区工科所水振华、金治卿等测定。

从表 7 可以发现近湖岸地段泥炭层的污染物含量高,远湖岸的低,泥炭层直接与湖水接触或者通过湖水渗入和鉴湖发生联系,随着泥炭离湖岸距离增大,这种联系减弱,来自湖水、积累于泥炭的污染物含量就减低。

4. 鉴湖平原泥炭对污染水体的净化试验¹⁾。

采集的泥炭样品经高温烘干、灭菌放入浓度不同、污染物类型不一的各个污染水体中,搅拌后过48—72小时达到平衡,测出污染物残留浓度,便可了解泥炭对污染水体的净化能力 (表 8, 9)。

试验所得数据证明,鉴湖平原泥炭对水体中污染物酚、氰化物、砷、汞、铬、和六六六均有明显的去除作用。

¹⁾ 泥炭样品对污染水体的净化试验由原绍兴地区工科所水振华、金治卿等完成。

表 8 泥炭净化水体中酚和氰化物的能力
Table 8 The peat capacity purifying phenol and cyanide in water body

污 染 物	序 号	试 验 条 件		起始浓度 Co (mg/l)	水土比	残留浓度 Cr (mg/l)	挥发率 Vo (%)	总消失率 Va (%)	去除率 Di (%)	备 注
		温度 (℃)	泥炭样品本底 含量(mg/kg)							
酚	1	28	0.15	0.10	4:1	0.0536	33.2	46.4	13.2	$Va = \left(\frac{Co - Cr}{Co} \right) \times 100\%$ $Di = Va - Vo$
	2	28	0.15	0.50	4:1	0.177	26.0	64.6	38.7	
	3	28	0.15	2.50	4:1	0.880	19.6	64.8	45.2	
氰化物	1	28	0.09	0.10	4:1	0.0108	1.20	89.2	88.0	
	2	28	0.09	0.50	4:1	0.0685	26.0	86.3	60.32	
	3	28	0.09	2.50	4:1	0.345	74.0	86.2	11.60	

注：试验开始液pH值:6.5, 泥炭中腐殖酸含量仅15.93%，考虑到鉴湖水相对流速甚小，故试验在静止状态中进行，各污染物浓度参照允许排放标准。

表 9 泥炭净化水体中砷、汞、铬、六六六的能力
Table 9 The peat capacity purifying As, Hg, Cr and BHC in water body

污 染 物	序 号	试 验 条 件		起始浓度 Co (mg/l)	水土比	残留浓度 Cr (mg/l)	去除率 Di (%)	备 注
		温 度 (℃)	泥炭样品本底含量 (mg/kg)					
As	1	22.5	18.5	0.10	4:1	0.022	78.0	$Di = \left(\frac{Co - Cr}{Co} \right) \times 100\%$
	2	22.5	18.5	0.50	4:1	0.153	69.4	
	3	22.5	18.5	2.50	4:1	0.84	66.4	
Hg	1	15	0.0575	0.01	10:1	0.000872	91.3	
	2	15	0.0575	0.05	10:1	0.00212	95.8	
	3	15	0.0575	0.25	10:1	0.014	94.4	
Cr	1	15	104	0.10(Cr ³⁺)	10:1	0.022	78.0	
	2	15	104	0.50(Cr ³⁺)	10:1	0.104	79.2	
	3	15	104	2.50(Cr ³⁺)	10:1	0.445	82.2	
	4	15	104	0.10(Cr ⁶⁺)	10:1	0.012	88.0	
	5	15	104	0.50(Cr ⁶⁺)	10:1	0.168	66.4	
	6	15	104	2.50(Cr ⁶⁺)	10:1	0.805	67.8	
666	1	8.5	6.6(μg/kg)	124(总666)	10:1	0.58	99.5	
	2	8.5	6.6(μg/kg)	309(总666)	10:1	1.64	99.5	
	3	8.5	6.6(μg/kg)	619(总666)	10:1	3.80	99.4	
	4	8.5	6.6(μg/kg)	45(r-666)	10:1	0.18	99.6	
	5	8.5	6.6(μg/kg)	113(r-666)	10:1	0.52	99.5	
	6	8.5	6.6(μg/kg)	225(r-666)	10:1	0.92	99.6	

注：试验开始时试液pH值:6.4, 净化含砷、汞的污染水体的泥炭中腐殖酸含量仅15.93%，净化含铬和六六六污染水体的泥炭中腐殖酸含量也仅16.10%，试验在静水中进行，各污染物浓度仍参照允许排放标准。

从以上几方面可见泥炭对污染水体的净化功能。鉴湖平原有着良好的、能保持鉴湖水洁净的自然环境，但由于近年来农药和工矿废水不合理施放并直接排入鉴湖（平原区上层粘土相对隔水，渗透系数 $<1.16 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ），常常造成局部湖水的污染，这样，环湖的或覆盖于湖底的泥炭对鉴湖水的净化和生态平衡所起的作用就显得十分重要。

四、结 语

鉴湖平原埋藏型泥炭是钱塘江南岸全新世中期海退后湖泊沼泽化的产物,属于低位型苔草-芦苇泥炭。这种泥炭发热量一般为 $6.28-12.24\text{MJ/kg}$,作为能源开发利用并无多大经济价值。然而,泥炭层对鉴湖湖中的污染物诸如酚、氰化物、砷、汞、铬、六六六等的去除作用恰是明显的,泥炭在鉴湖湖水(历来作为酿造著名的绍兴黄酒的水料)净化和保持生态平衡方面有着重要的意义,为此,对鉴湖平原泥炭应该加以保护,钱塘江和杭州湾南岸的其他地区如上虞、慈溪、余姚等县也存在成片的、性质类同的埋藏型泥炭,它们对附近的河流、湖泊一样能起净化作用,所以对这些泥炭也应该采取措施加以保护,不要任意挖掘、破坏。

参 考 文 献

- [1] 王开发、张玉兰、叶志华: 杭州湾沿岸晚第四纪沉积的孢粉组合及其地层、古地理意义,《第四纪孢粉分析与古环境》,科学出版社,1984。
- [2] 王开发、张玉兰: 根据孢粉分析推论沪杭地区一万年来气候变迁,《历史地理》,创刊号,1981。
- [3] 马学慧: 我国泥炭及发育探讨,《地理科学》,2(2),1982。
- [4] 柴 岫: 中国泥炭形成与分布规律的初步探讨,《地理学报》,36(3),1981。
- [5] 阪口丰著(刘哲明,华国学译):《泥炭地学—对环境变化的探讨》,科学出版社,1983。
- [6] 陶 著主编:《煤化学》,冶金工业出版社,121—130,1984。
- [7] Schnitzer, M., Khan, S.U.: Humic Substances in the Environment, Dekker, New York, p.203—207, 1972。
- [8] Stevenson, F.J.: Binding of Metal Ions by Humic Acids, Environmental Biogeochemistry, Vol.2 Ann Arbor Sci. Pub., Inc., Mich., p.519—523, 1976。
- [9] Stevenson, F.J.: Humus Chemistry, Wiley, New York, p.221—223, 1982。
- [10] Schnitzer, M., Khan, S.U.: Soil Organic Matter Elsevier Sci. Pub. Co., Oxford p.140—144, 1978。

PEAT IN THE JIANHU PLAIN

Chen Liangwen

(Department of Geography, Hangzhou University)

Key words: The Jianhu Plain, Peat, Purifying function

ABSTRACT

This paper discusses the formation, distribution and characteristics of buried peat as well as its function of purifying water in the Jianhu Plain, Shaoxing, Zhejiang Province. It is pointed out that this kind of peat was the product of the effect of lakes and swamps after regression in the middle stage of the Holocene. The peat contains more than 40% of ash and 15—40% of humic acid, and is classified as *Carex-Phragmites communis* peat of low-moor type. The peat layer covers an area of 95.6km², making up 64.2% of the whole plain. The peat layer has been dissected by a network of rivers and contacted widely with water of the lake everywhere. The peat layer along the lake has accumulated a lot of pollutants. The laboratory tests confirm that the peat has the significant function of purifying water of Jianhu Lake.

It is considered that the shallow buried peat layer distributed in other areas of the south banks of the Qiantang River and the Hangzhou Bay ought to have the similar purifying function to the neighbouring water. Therefore, the measures should be taken urgently to prevent peats of the Jianhu Plain or other areas of the south banks of the Qiantang River and the Hangzhou Bay from being excavation and destruction arbitrarily.

城市大气污染源评价及 环境预测方法的探讨

牛广义 赵 静

(长春市环境保护监测站)

地理科学 8(4), P348, 图4, 表2, 参3, 1988

本文提出了一套广域多源大气环境质量影响预测方法和新的综合指数模式, 并将污染效应与人群分布结合起来。通过微机软件开发、拟合, 定量的描述了废气污染源在城市大气环境中的真实污染贡献。全部方法及模式在长春市进行了成功的应用。

• • • • •

试论黄淮海平原旱涝盐碱灾害的整治

戴 旭

(中国科学院地理研究所, 北京)
(国家计委)

地理科学 8(4), P355, 表1, 参5, 1988

本文在分析黄淮海平原旱、涝盐碱灾害发生原因的基础上, 指出其主要矛盾是水, 特别是黄河泛滥问题。而黄淮海平原的治理必须根治黄河, 治黄又必须与中游的水土保持相联系。

长江河源区水化学基本特征的研究

邓 伟

(中国科学院长春地理研究所)

地理科学 8(4), P363, 表4, 图1, 参3, 1988

本文以长江河源区的考察和水样分析为依据, 对其水化学基本特征进行了初步研究。研究结果表明: 河源区水化学特征因流域不同而具有一定差异。沱沱河流域一般水的矿化度很高, 水中 Cl^- 、 Na^+ 明显占优势, 水质趋于咸化, 水化学类型比较复杂。当曲河低中矿化水居多, 水中 HCO_3^- 、 Ca^{++} 含量较高, 水化学类型相对简单。沼泽水中主要离子含量均高于三江平原沼泽水。河源区深层地下水对地表水具有重要的补给作用, 稳定的补给, 使地表水化学组成变化微弱。

• • • • •

鉴湖平原的泥炭

陈谅闻

(杭州大学地理系)

地理科学 8(4), P371, 图2, 表10, 参10, 1988

本文讨论了绍兴鉴湖平原埋藏型泥炭的成因、分布、性质和净化水体的功能, 着重指出这种泥炭在净化鉴湖湖水(历来是酿造著名的绍兴黄酒的水料)和保持生态平衡方面的重要作用。对于鉴湖平原的泥炭不应单纯从经济价值考虑当作能源来进行开发, 而应视为自然环境的一个有利因素加以保护。文中还指出, 钱塘江和杭州湾南岸其他地区性质类同的泥炭也应属于保护之列。