

长江中下游白土的地理分布规律及其形成过程的特点^{* **}

徐 琪

(中国科学院土壤研究所)

长江中下游一带是我国主要的稻麦两熟地区。在该区大面积的水稻土中有一定比例的低产土壤,其中白土是主要的低产土壤之一。因此,研究白土的形成过程,在理论上与实践上都有一定的意义。

关于白土的问题,在我国土壤科学发展的初期已经引起了注意,虽然那时所研究的对象与现在的所谓白土不尽相同。侯光焯与马溶之在南昌附近首先对类似白土的水稻土进行了形态研究,把这类水稻土命名为水稻灰壤,而把因侧流水的淋洗而生成的白土层名之为“水漂层”^[1]。梭颇在“中国之土壤”一书中广泛介绍了南方水稻土类型,其中特别提到江西、江苏、浙江与广西等地的灰化水稻土^[2]。此后不久,熊毅^[3]通过对我国酸性水稻土的化学性质的研究,指出水稻土中不存在灰化作用,并提出渗育(潜育)与潜育作用均可形成灰白色土层,但就其机制而言,前者较后者单纯。沈粹培与陈家坊^[4]对浙江水稻土潜育层与潜育层化学性质所进行的研究,也认为渗育作用可能引起水稻土的灰化。由此可见,当时对白土分布的地理规律虽未明确,但对白土形成过程问题已有相当的認識。

解放后,特别在1958年土壤普查运动以来,关于白土形成过程与改良的研究又引起了土壤工作者的注意,并对白土形成过程提出了一些不同的看法。于天仁等^[5]通过对太湖流域白土的研究,认为白土形成系地表潜育过程,但否认是现代的形成果。周传槐^[6]认为白土形成与母质关系至密,母质的迭合作用(二次沉积)系形成白土的主导因素。陈清砥^[7],方华^[8]等在研究安徽白土时,指出白土形成是地表流失与还原淋洗的结果。刘正^[10]与杜修立^[9]等研究湖北省白土时,也提出了还原淋洗是形成白土的主要原因的看法。

在国外,日本土壤工作者对于所谓“老朽化水稻土”进行了大量工作:例如盐入松三郎等^[11]认为,日本的老朽化水稻土与我国的白土相似。但日本学者的研究工作多着眼于物理化学与农业化学方面,而对白土的分布及其形成过程的另一面——机械淋溶——尚注意不够。

到目前为止,中外研究者在闡明白土的成因与分布时,多限于与母质的联系,而对其地理分布规律,尚未给予应有的注意。同时对于白土的概念尚比较含混。本文仅就白土的地理分布与形成过程的特点提出一些看法,供研究这一问题的参考。

* 参加该项工作的有陆彦椿、费振文、丘绪文、张水良诸同志。

** 文中插图由本所绘图室请绘,机械组成结果由本所物理室分析,謹致謝意。

一、白土的地理分布规律性

从土壤普查与日本的资料看^[11,13],我国农民所谓的白土与日本学者所谓的老朽化水稻土,都分布在北亚热带范围内,在我国集中分布在安徽、江苏、浙江与湖北等省的淮河以南,长江中下游及其稍南的广大地区,在日本则集中分布在九州、四国与本州的南部(图1)。

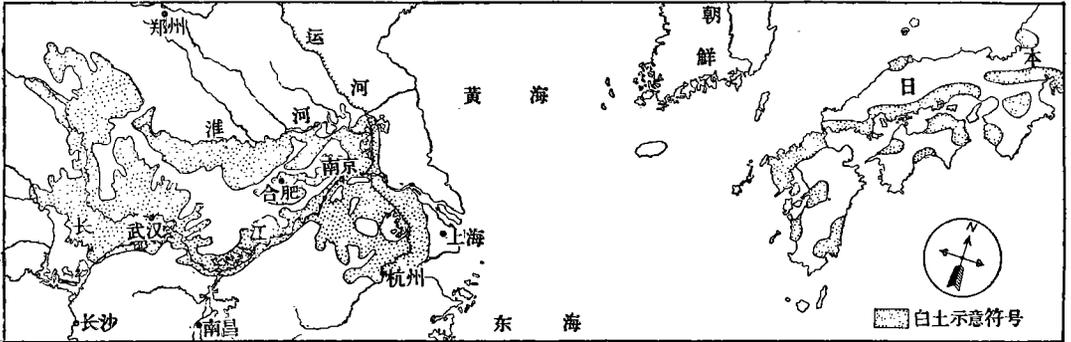


图1 白土分布地区范围示意图

从经纬度看,这一地带位于北纬 30° — 35° 之间,东经为 110° — 135° 。根据我国土壤图^[14]与日本土壤图^[13],其地带性土壤为黄红壤,黄棕壤与淋溶褐色土,恰为棕壤与红壤之间的过渡地带。这一地区的水稻土属中性及微酸性类型,最近马溶之命名为鱈血蚕沙化水稻土。

这一地带的某些农业生物气候指标也具有明显的特点。由下表可以看出,其年平均温度为 16°C — 17°C ,降水量 800 — $1,200$ 毫米,无霜期 220 — 260 天,干燥度小于 1 ,水稻生长季节的积温($>12^{\circ}\text{C}$) 在 $4,600$ — $5,000^{\circ}\text{C}$ 之间,平均温度 20 — 22°C 。上述资料是由上海、南京、安庆与武汉等地历年的气象记录资料综合而来,虽然彼此间有所差异,但均变动在上述范围之内。日本的某些农业生物气候指标^[15],与我国上述地区相似,不过由于深受海洋

表1 稻麦两熟地区某些农业生物气候指标

年平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)	水稻生长季节 平均温度($^{\circ}\text{C}$)	水稻生长季节积温 ($^{\circ}\text{C}$)	降水量 (毫米)	干燥度	无霜期 (日)	备注
16—17	22—24	4,600—5,000	800—1,200	<1	220—260	上海、南京、武汉、安庆
14—16.7	18—20	3,800—4,200	$>1,500$	<1	220—260	日本、东京、鹿儿岛

性气候的影响,雨量较我国上述地区丰富,一般大于 $1,500$ 毫米,甚至接近 $2,000$ 毫米。而年平均温度则较低,一般在 14 — 16.7°C 之间。总之,这一地区的生物气候的总特征是雨量充沛,温暖适中,为典型的水旱轮作地区。主要作物为水稻和小麦。

当然,白土在这一地带中虽有广泛而又集中的分布,但不是所有类型的水稻土上均可出现明显的白土化特征。一般在地带性土壤起源的水稻土中,尽管有程度上的差异,但白土化过程均有普遍的反映。而在沼泽土起源的水稻土上,除具有灰蓝色的潜育层以外,白土过程不明显。而冲积土起源,特别是近代冲积土上发育的水稻土,并无白土化过程的表

征。因为地带性土壤起源的水稻土是直接发育在地带性土壤及其下的风化壳上，或者发育在它们的再沉积母质上。这类母质均呈酸性或微酸性反应，水分状况属良水型。其余二个起源的水稻土则发育于现代冲积物或湖积物上，一般是中性到微碱性，有时还含有石灰。日本学者也指出老朽化水稻土的分布与这一地带中的酸性火成岩与酸性或中性沉积岩的风化产物以及古老的冲积物有关系，并且多为良水型^[11]。从白土分布的情况看，也说明这一规律，白土多分布于丘陵谷地，古河流阶地与古冲积平原上。

从这一地带中土链的结构看，白土的分布也有明显的特点。如图 2 所示，在丘陵地区，白土的土链结构是板浆白土(或黄泥白土，塍田)→白土(冲田上中部)→青泥白土(冲田尾部)。

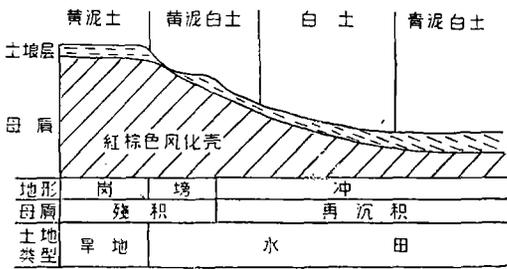


图 2 丘陵地区白土分布规律

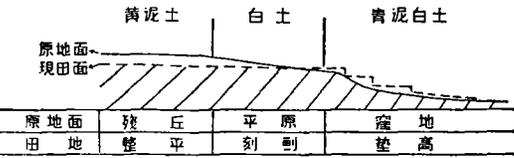


图 3 平原地区白土分布规律



图 4 熟化过程所影响的白土分布规律

的土链为黄白土→澄白土(馬干土)→青泥土，而湖北则为死白散土→白散土→青泥土。

日本的老朽化水稻土从中域分布规律而言，与草甸土、灰色低地及棕色低地等类型水稻土相一致。这三类水稻土是依次随地形而升高，其上即地带性土壤，而其下则为水成土与半水成土^[13]。

由于母质、地形等条件的不同，上述四个省内白土所占的比例便有所变化。

表 2 浙、苏、皖、鄂四省白土面积及其占水稻土总面积的比例

项 目	浙 江	江 苏	安 徽	湖 北	四省总计
水稻土面积(万亩)	2,315	4,390	3,000	2,956.6	12,661
白土面积(万亩)	158.7	168.8	143.3	597.6	1,068.4
白土占(水稻土%)	6.85	3.84	4.77	20.20	8.44

在与白土相当的位置上，由于人工翻动的结果，有时出现质地较粘的馬干土或黄泥筋。在平原地区，由于地形平坦，加之人工刻画深刻，原来地形与土壤分布的关系没有丘陵地区明显，但原来微地形的起伏与土链结构仍有一定的联系。通常在原来微地形凸起的地方或以后垫高的地方多为黄泥土。在原来地面平坦的地区则分布着白土，低洼地区则是青泥白土或青泥土(图 3)。当然另一种情况也不能忽视，即耕作熟化作用所造成的土壤微域分布规律，这种规律是以村庄或河流为中心，附近为黄泥土，向外扩展则分别为鱗血白土与白土。这种规律是人工垫高或挖低田面与施用河泥等泥质肥料所造成。

上述分布规律是白土土链结构的一般状况，由于各地土壤名称不同，便产生了同土异名现象。例如安徽省丘陵地区

由上表看出, 白土在水稻土中所占的比例, 浙江为 6.85%, 江苏为 3.84%, 安徽为 4.77%, 湖北最高, 达 20.20%。四省总计为 8.44%。根据日本材料, 略高于 10%。

就具体分布地区而言, 浙江的白土多在宁波、嘉兴地区——太湖湖滨及钱塘江古三角洲上, 江苏白土则分布于宁、镇、扬山地丘陵地区及太湖平原上, 安徽省的白土集中分布在淮南广大丘陵平原地区, 湖北省的白土分布较广, 除山地外, 几乎各地均有分布, 但在鄂北丘陵地区较为集中。

二、白土形成过程的特点

水稻土是在自然土壤的基础上经人工改造与耕作熟化所造成, 尽管水稻土形成过程主要是水渍作用, 带有明显的“泛域性”特点, 但不能否认水稻土的形成过程与自然土壤的联系。从这一点出发, 也就不难理解白土在地理上的形成规律。

上面已经谈到, 白土的典型母质是红黄壤与黄棕壤及其下的红棕色风化壳, 就风化类型而言, 这类风化壳是处在富铝性风化与中性铝硅酸盐风化类型之间, 其中游离铁锰在土壤剖面及风化壳中多以胶膜与部分小结核形式存在。这种铁锰化物的特点是老化程度不深, 较易因还原而活化。这一地区的地带性土壤改种水稻后, 土壤颜色由红棕而黄棕再黄白, 最后终成白土的过程, 即铁锰的活化淋失的外部表征。

在石灰性母质上, 一方面游离铁锰量少, 一方面 pH 值较高, 铁锰的还原淋洗受到抑制, 不能形成白土。而在典型的红壤与砖红壤母质上, 则由于游离铁锰量高, 同时其老化程度也高, 因之在一般情况下也难于形成明显的白土。

表 3 黄红壤、红壤与砖红壤土体的活性铁量比较

项 目	还原活性铁量(%) Na ₂ S ₂ O ₄ -EDTA 法	残渣经 5NHCl 提取的铁量 (%)	活性铁总量(%)
砖红壤母质(广东)	6.39	2.98	9.37
红壤母质(第四纪红土, 江西)	3.71	0.29	4.00
红黄壤母质(红棕色风 化壳, 江苏)	1.82	1.11	3.92

从表 3 可以看出, 就活性铁量而言, 是由北而南, 即红黄壤—红壤—砖红壤而增加, 红黄壤为 3.92%, 红壤为 4.00%, 砖红壤则高达 9.37%。在同样还原条件下所溶解的铁量也呈同样规律, 分别为 1.82、3.71 与 6.39%。虽然三种土壤的母质不同, 本性各异, 但如果土壤中含铁量的多少可以作为白土化程度的一个标志的话, 则大致可以认为红黄壤母质一般较易形成白土。

根据在较弱的还原条件下所提取的活性铁锰量, 将这三类土壤加以对比也可以证实这种看法。从图 5 可以看出, 在加入同量有机质作为还原剂, 而后渍水放置时, 三种土壤的活性铁的总规律是随有机质的增加而增加, 其中红黄壤发育的水稻土(白土)的活性铁量最高, 次为红壤(黄泥田), 而以砖红壤(赤土田)最低。同时随着有机质的增加, 砖红壤所反映的曲线逐渐上升, 而红壤与黄红壤则在超过 0.5% 后呈较平缓的趋势, 对于活性锰也是砖红壤最低, 白土最高。造成这一情况的原因, 除了三种母质中原来所含的有机质量不同以外, 看来铁锰的存在形态不同, 其易还原活化的程度是由南向北而增加, 并且总的

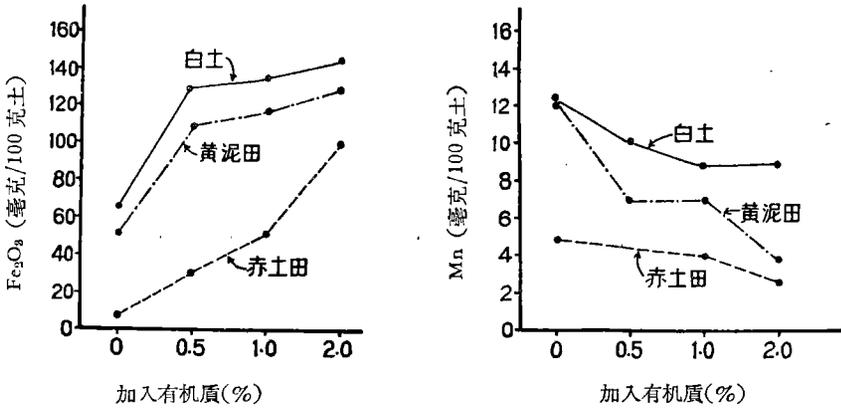


图5 三种地带性水稻土中铁锰还原活化对比(何羣资料)

活性铁锰量的减少,也可能是一个重要原因。因之便提供了白土在这地区出现的客观基础。

从母质的机械组成来看,形成白土的母质也有其独特的性质。由于形成白土的母质的粘粒含量较低,而粉砂粒含量较高,因而通过淹水淋洗,易于造成由粉砂量过多而出现的淀浆性质,淀浆与板结是白土的主要特征之一。

表4 黄红壤与红壤母质的机械组成(%)

母质	地点	<0.01 (物理粘粒)	<0.001 (粘粒)	0.001— 0.005 (细粉砂)	0.005— 0.01 (中粉砂)	0.01— 0.05 (粗粉砂)	粉砂粒 (总量)	粉砂粒/粘粒
黄红壤母质	江苏溧阳	57.2	32.4	9.7	15.1	41.7	66.5	1.89
红壤母质	江西进贤	72.2	48.6	12.3	11.3	24.3	47.9	1.0

由表4可以看出,形成白土的典型母质的粘粒含量仅30%左右,而粉砂粒总量高达66.5%,并且其中以粗粉砂粒为主,达40%,粉砂粒/粘粒比为1.89。而红壤的机械组成却不同,粘粒含量近50%,而粉砂粒量仅48%,因之其粉砂粒/粘粒比多在1.0上下。由于这种差异,在水耕过程中,机械淋洗便导致了不同结果,一者呈现明显的白土化特征;一者则不显著。从我们已有的资料看,白土层中粘粒可低到15%以下,而粉砂粒总量则相对增加到85%,粘粒粉砂比高达7,因而出现淀浆性。

由上述可见,母质的风化程度不同,便造成了活性铁锰及其形态上的差异,也造成了机械组成上的不同,正是这种原因,便决定了白土集中分布在这一地带。因此可以说白土的形成,并不是因母质而引起的偶然巧合,而是有地理上的原因的。

关于白土形成过程的特点,我们认为主要包括两个方面:即机械淋洗与化学淋洗。所谓机械淋洗是指以粘粒为主的细土粒的淋洗与淀积,而化学淋洗主要是指铁锰等活性元素的淋洗与淀积。但是必须说明,这里所说的白土形成过程,在概念上属于我国某些土壤学者所说的“渗育过程”,而“潜育过程”除个别情况而外,仅以铁锰等元素的还原淋洗为主,机械淋洗并不显著。

既然白土形成过程的特征之一是机械淋洗,则母质中粘粒含量的多寡必然影响白土形成速度。就形成白土的典型母质而言,大别可分为二,其一是红棕色风化壳,地质学家

认为系第四纪或第三纪末期的形成物。这类母质的粘粒含量为 30—33%，其二，是风化壳上所形成的土壤，由于成土过程的影响，粘粒在剖面中明显分化(图 6 的鎮 010 剖面)，粘粒含量多在 25% 以下，因之其上所发育的水稻土白土化的速度便比前者为快。正是由于这种现象所以使某些土壤工作者认为白土的出现似乎是母质迭合所造成的结果。

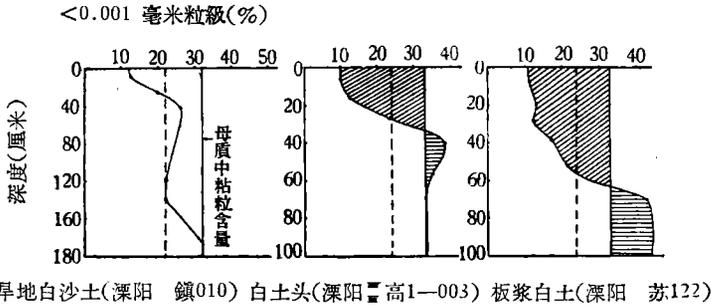


图 6 白土形成过程中粘粒在剖面中的移动(壤性母质)

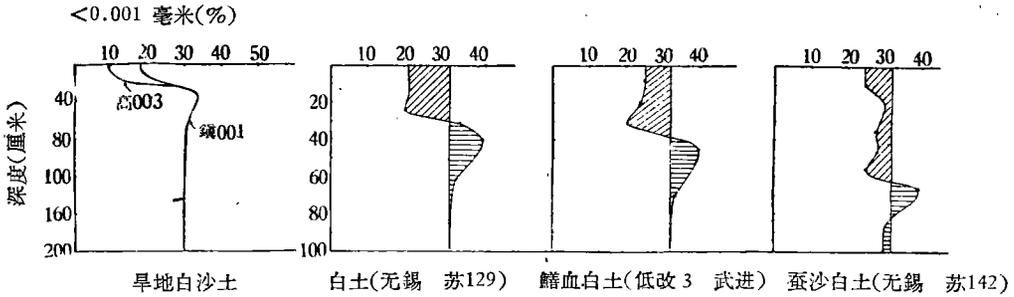


图 7 白土形成过程中粘粒在剖面中的移动(粘性母质)

已有的资料可以证明，在以上两种母质及其再沉积物上，机械淋洗过程都有明显的反映，图 7 是在红棕色风化壳上直接发育的水稻土，图 6 则是在土壤剖面上直接发育的水稻土。不论那种母质上的水稻土，粘粒在剖面中的淋洗与淀积均甚明显，并且分化的程度随

表 5 白土剖面中粘粒的淋洗与淀积情况

白土头 (溧阳上兴 高1-003)					小粉白土 (无錫 苏 129)				
采样深度 (厘米)	发生层	<0.001 毫米 (%)	粘粒增减	淋失率	采样深度 (厘米)	发生层	<0.001 毫米 (%)	粘粒增减	淋失率
0—12	A (耕层)	9.7	-14.8	-60.0	0—14	A (耕层)	21.5	-11.3	-34.1
12—20	P (犁底层)	12.3	-12.2	-49.9	14—18	P (犁底层)	22.0	-10.8	-32.9
20—32	BW (黄白土层)	23.7	-0.8	-3.3	18—24	W (白土层)	20.3	-12.5	-38.1
32—50	B (黄泥土层)	37.5	+13.5	+55.1	24—33	WB (黄白土层)	34.9	+2.1	+6.4
50—60	BC (黄棕土层)	35.2	+12.7	+43.7	33—46	B (黄泥土层)	41.7	+8.9	+27.2
150→	C (红棕土层)	24.5	0	0	70—90	BC (黄棕土层)	32.4	-0.4	-
					100—250	C (红棕土层)	32.8	0	-

白土过程的发展而增加。

表 5 中高 1—003 剖面是在土壤层上发育的水稻土，其土层中的粘粒含量达 24.5%，由于粘粒的淋洗，耕层粘粒减少到 9.7%，与母质比损失达 60%。犁底层的粘粒含量略高，为 12.3%，淋失达 50%，而黄白土层淋失轻微，粘粒量为 23.7%，损失仅 3.3%，其下诸层均为淀积层，依次增加为 55.1% (B) 与 43.7% (BC)。显然这一土壤是发育较轻的，真正白土化的土层仅涉及耕层与犁底层。苏 129 是在红棕色风化壳上直接发育的白土，其发育程度高于前者，由于母质中粘粒含量高，淋失层的深度虽较前者大，但粘粒的相对丢失却较轻，如果母质中的粘粒含量以 32.8% 计算，耕层中的粘粒量为 21.5%，丢失达原母质中的 34.1%，犁底层为 22.0%，丢失达 32.9%。白土层粘粒量最低，仅 20.3%，丢失达 38.1%。两个淀积层分别增长 6.4% 与 27.2%。上述资料及图 6, 7 的粘粒分布曲线均可证明，以上二种母质上的白土随成土过程的发展而使淋洗层逐渐下移的事实，不是地表流失的结果，而是垂直淋洗所造成。当然地表流失过程无疑是存在的，旱地土壤如图 7 中剖面高 003 与镇 001，耕层中粘粒的丢失部分系地表流失作用所造成，而在水田情况下，地表流失与垂直淋洗比较起来似乎已微不足道。

白土形成过程的第二个特点是化学淋溶。化学淋溶作用的内容是复杂的，它包括水解、溶解、还原等一系列作用的综合。根据已有的研究，水稻土中铁锰硅酸等均呈高度的活动状态，但在还原淋洗条件下，活动性最大的元素应该首推铁与锰，因之铁锰的淋溶与淀积通常可以作为水稻土发生上的一个主要特征。根据日本土壤学家的意见^[11]以及我们的研究，淹水后锰先被还原淋洗，而后是铁，同时锰又可为下移的低铁所还原，而再度下移。从图 8 所反映的情况看，在白土形成的第一阶段，即白土头阶段（低改 5），锰的淋洗与累积较铁明显，锰有二个淋洗层（耕层与黄白土层），一个累积层（犁底层），而铁在剖面上部虽有明显淋洗，但尚无累积层出现。第二阶段即板浆白土阶段（苏 122），锰铁淋洗与淀积进一步分化，锰出现两个累积层（犁底层与黄泥层上部），一个淋洗层（耕层）。而铁的分化更趋明显，有一个累积层（黄泥层）与二个残余累积层（犁底层与黄白土层），一个明显的淋洗层（白土层）。在白土形成的第三阶段——白土阶段（苏 227），铁锰再度分化，锰在黄白土层中逐渐淋洗，在黄泥土层大量累积，而铁的淋洗层除进一步发展外，在一米范围内无累积层出现，形成典型的白土剖面。

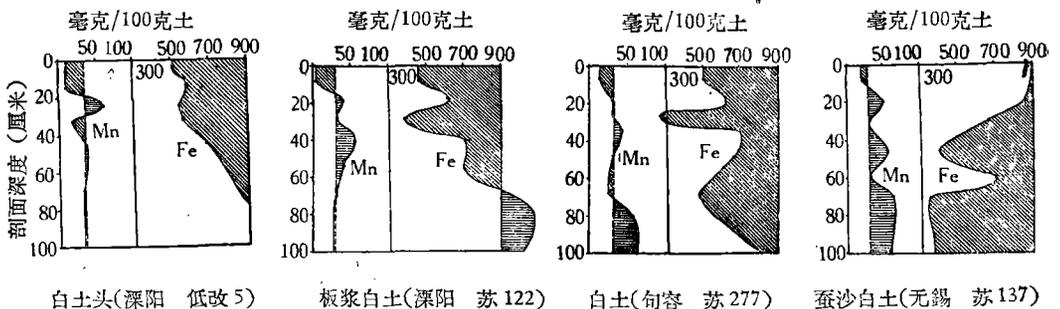


图 8 白土形成过程中活性铁锰的变化

从白土不同发育阶段相应土层（白土层）中铁锰含量的变化而言，也证实上述的规律，并且同土体颜色由黄棕→黄白→白色的转变一致。由表 6 可以看出，在白土发展第一阶

段, 铁锰虽有淋洗, 但黄白土层中铁量为 560 毫克, 锰为 59 毫克, 而发展到第二阶段白土层虽已出现, 但其中仍有部分铁锰呈黄色的斑块残留, 铁锰分别为 427 毫克与 31.4 毫克。进入第三阶段, 白土层进一步纯化, 铁锰继续降低, 剖面苏 277 白土层中的铁锰分别降低

表 6 白土不同发展阶段白土层铁锰含量的变化

土壤种类	白土发展阶段	土层名称	深度(厘米)	活性铁 (毫克/100克土)	活性锰 (毫克/100克土)
白土头(低改5)	第一	黄白土层	18—27	560	59.0
板浆白土(苏122)	第二	黄白土层	20—32	427	31.4
白土(苏277)	第三	白土层	22—30	323	31.3
白土(苏259)	第三	白土层	20—30	140	7.5

(图 8 以表中活性铁锰用葡萄糖还原提取, 何肇资料)

到 323 毫克与 31.3 毫克, 而剖面苏 259 则下降到 140 毫克与 7.5 毫克, 土色呈灰白或白色。由此可见, 白土形成过程必然伴随着土体中特别是剖面上部土层铁锰的贫乏, 从而对水稻生长造成某些不利影响。

当然上述过程有其不利的一方面, 也有其有利的另一方面, 在熟化作用为主的情况下, 耕层中不断增加的粘粒与铁锰也因之而向下移动, 并逐渐淀积, 从而可以改变白土层中缺乏铁锰与粘粒的面貌。图 7 中剖面苏 142 的粘粒分布与图 8 剖面苏 137 活性铁锰的分布特点均可证明铁锰与粘粒均因淋洗与淀积而增加的事实。

上述两个过程在白土的形态剖面上也留下了深刻的变化, 如图 9 所示, 在白土形成过程的初期, 白土层从土壤表层开始, 而随着成土过程的发展, 白土层逐渐下移, 而在发生层的结构与排列方面也发生了一系列的变化。在白土形成的第一阶段(白土头), 白土过程仅涉及耕层犁底层及其下的黄白土层, 其下即淀积层(黄泥层)、母质层(红棕土层)及其过渡层(黄棕土层)。进入白土形成的第二阶段(板浆白土), 由于白土形成作用的进一步发展, 在黄白土层的上部分化出白土层, 而在临时土壤地下水与淀积过程的双重作用下, 黄泥层明显而增厚, 而母质层则在一米范围内的剖面中消失。白土形成的第三阶段——白土阶段, 除白土层继续下伸而外, 由于稳定的土壤-地下水位的存在, 黄棕土层因还原过程的发展而转变成夹有潜育斑块的黄灰土层。形成典型的白土剖面。显然白土形成过程是土壤肥力的退化过程, 这一过程在耕作粗放条件下得到了迅速的发展, 正是这一过程便

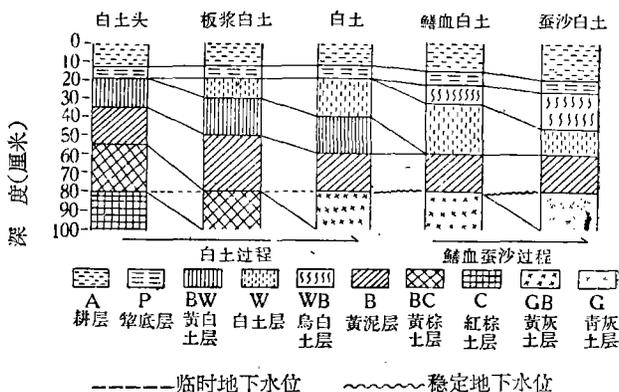


图 9 白土演化过程中剖面发生层的变化

使土壤耕层及白土层中活性铁锰及其他某些养分元素逐渐贫乏, 并且由于粘粒淋洗, 耕层出现淀浆板结现象, 而其下的白土层, 也因物理性质的恶化影响了植物根系的伸展, 造成低产土壤。与此相反, 在熟化过程为主的情况下, 与大量营养物质及粘粒在耕层中不断增加丰富的同时, 通过淋洗与淀积过程, 犁底层以下的白土层便因之而变质, 逐渐形成肥沃

的土壤。例如图 9 中鱗血白土, 虽因白土过程的发展, 黄白土层也变成了白土层, 但其上部却出现了肥力较高的烏白土层, 而发展到蚕沙白土, 烏白土层进一步发展达到 50 厘米左右, 白土层逐渐消失, 同时由于稳定地下水位的存在, 出现潛育层(青灰土层), 形成了典型的良水型水稻土, 肥力提高, 宜稻宜麦, 稳定高产。

关于白土形成过程中矿物组成的变化问题, 目前尚无确切的材料。由土体全量组成看, Al_2O_3/Fe_2O_3 特别是 SiO_2/Al_2O_3 , 白土层均较耕层与其下的淀积层高, 显然这是由于机械淋洗与鉄锰等淋洗所致。但从胶体的全量组成看, 其 SiO_2/Al_2O_3 多低于黄泥层, 而 Al_2O_3/Fe_2O_3 变化比较明显, 白土层大都高于黄泥层。正如于天仁等所指出的, 这说明在白土形成过程中含鉄矿物有所破坏。由 SiO_2/Al_2O_3 率与白土中土壤-地下水的硅酸含量看, 鋁硅酸盐类的矿物本身也有一定程度的蚀变, 尽管比较轻微。

表 7 白土土体与胶体全量分析资料(于天仁等资料)

采样地点	编号	深度(厘米)	土层	土 体			胶 体		
				烧失量(%)	SiO_2/Al_2O_3	Al_2O_3/Fe_2O_3	SiO_2/Al_2O_3	Al_2O_3/Fe_2O_3	代换量(毫当量/100克土)
武进槽桥	33489	0—10	耕 层	7.28	10.8	4.21	3.18	3.36	48.95
	33490	10—20	犁底层	7.26	10.9	3.88	3.17	3.69	49.62
	33491	20—40	白土层	4.69	13.6	4.40	3.39	3.76	36.11
	33493	55→	黄泥层	11.46	6.6	4.17	2.95	3.92	50.20
无锡漕州	33444	0—12	耕 层	7.63	13.2	3.13	—	—	—
	33445	12—20	犁底层	7.26	12.4	—	3.24	3.95	48.26
	33446	20—37	白土层	4.92	14.6	4.47	3.09	4.96	46.92
	33447	70→	黄泥层	9.81	7.4	3.73	3.25	3.55	53.28
宜兴南丰	33468	0—16	耕 层	5.59	14.2	4.56	—	—	—
	33469	16—35	白土层	5.23	15.2	4.32	2.88	4.72	49.04
	33471	50→	黄泥层	11.48	6.4	4.07	3.91	3.08	50.58

表 8 白土与其他土壤的土壤-地下水中含 SiO_2 量对比

土 壤	白 土	小粉白土	鱗血白土	黑胶泥	青泥土
母质种类	棕 紅 色	风 化 壳		石灰岩	石灰性沼泽地
SiO_2 (毫克/升)	9.0	9.5	11.5	3.5	7.5

由上表的土壤-地下水中 SiO_2 含量看, 白土的地下水含硅酸量均较其他土壤高, 一般在 9—12 毫克/升之間。而石灰岩地区黑胶泥的地下水含 SiO_2 量仅 3.5 毫克/升, 而冲积性沼泽土起源的青泥土略高, 达 7.5 毫克/升。水稻土形成过程中硅酸活性提高的事实已为很多工作所证实, 但从白土中土壤-地下水含硅酸量较高与胶体中 SiO_2/Al_2O_3 略低及代换量低的情况更可間接判断鋁硅酸盐矿物可能发生破坏, 从而使土壤-地下水中的硅酸量提高。

至于白土与潛育白土形成上的区别, 我国土壤学者^[3,4] 已经作过部分工作, 认为白土系滲育过程——即氧化还原过程交替下的产物, 而潛育白土则是还原作用的結果。盐入松三郎也指出老朽化水稻土多形成在良水型条件下。最近 O. A. 卡伦布留穆与 B. A.

司毛彼茨^[1]在解释白浆土形成时也强调了氧化还原交替与一定渗透能力是白浆土形成的必然条件之一。尽管白浆土的形成与我们所指的白土不同。根据上述资料可以认为白土是在渗育过程下形成的,只有渗育过程始能保证机械淋洗与化学淋洗共同进行,从而形成白土剖面的典型特征——粉沙化与缺乏铁锰,而在高地下水位长期停渍的情况下,强度的还原作用只能造成铁锰等元素的淋失,而机械淋洗并不显著,故而潜育白土层多较粘重(表9)。

表9 白土层与潜育白土层活性铁锰与机械组成的比较

编号	土层	深度 (厘米)	毫克/100克土		代 换 量 (毫当量/100 克土)	机械组成(毫米,%)			
			Fe	Mn		<0.001	0.005— 0.001	0.01— 0.005	0.05— 0.01
苏 122	白土层	22—32	323	31.38	4.81	11.7	10.1	15.7	59.5
苏 126	青白土层	36—70	129.5	38.13	12.16	29.1	14.9	15.7	37.3
镇 010	母 质	200→	—	—	18.82	32.8	19.1	5.8	40.4

上列标本苏122、苏126系来自母质相同、距离甚近的二个土壤剖面,前者位于平原而后者位于局部小洼地中。资料表明在铁的淋溶方面白土层逊于青白土层,前者含铁量达323毫克,而后者下降到129.5毫克。从机械组成来看,粘粒含量白土层为11.7,而青白土层为29.1%,同母质接近。在粉砂粒级分配方面,白土层的粗粉砂量高于母质,达59.5%,而青白土层则略低于母质。中粉砂量两者相等,均高于母质。细粉砂量,二者都低于母质,但青白土层高于白土层。这种情况说明白土层因机械淋洗而发生的变异远较青白土层显著,后者仅以铁锰等的还原淋洗为主。因之在研究白土时应把上述情况明确分开。我们所说的白土是指渗育过程所形成的白土,而不是潜育过程下生成的青泥白土,显然因侧流水的存在所形成的白土也不包括在我们所谓的白土范围内。

三、摘 要

白土是北亚热带主要的水稻土类型之一,在我国淮河以南与长江中下游一带以及日本的九州、四国与本州南部均有广泛的分布,这一地带是主要的稻麦两熟地区。

白土之所以分布在这一地带是农业生物特点所决定的。大凡在这一地区的地带性土壤与其下的红棕色风化壳及其再沉积物上改种水稻后,普遍出现白土化过程。红棕色风化壳在这一地区有极广泛的分布,其特点是活性铁锰量低,而易于还原淋洗,质地为重壤—轻粘土,其中粉砂量高,这便为白土的形成提供了客观基础,因之白土多分布在丘陵谷地、河流阶地及古老平原上,而在现在河流与湖泊沉积地区白土并不多见。

白土形成过程是在氧化还原交替情况下进行的,包括二个主要方面,即化学淋洗与机械淋洗,在这二个过程作用下,便出现了白土的典型特征——剖面上部养分与活性铁锰贫乏,粘粒含量降低,而粉沙含量增加,从而出现明显的淀浆板结现象。

参 考 文 献

- [1] 侯光炯、马溶之: 1935。江西南昌地区灰化水稻土之形态性质。土壤特刊甲种,第三号。
- [2] 梭顿: 1936。中国之土壤。土壤特刊乙种,第一号,171—198。
- [3] 熊毅: 水稻土之化学性质。土壤特刊甲种,第五号,1—22。

- [4] 沈梓培、陈家坊：1944。潜育层与潜育层之化学性质。福建地质调查所年报。土壤特刊第四号，23—30。
- [5] 于天仁等：1959。太湖流域低产白土的成因及其改良。土壤学报 7 卷，1—2 期，42—59。
- [6] 周传槐：1958。江苏省的白土水稻田。土壤学报 6 卷，4 期，217—227。
- [7] 陈清硕：1960。安徽省的白土水稻土类型。土壤学报 8 卷，1 期，63—74。
- [8] 方华：1960。安徽澄白土的农业性状及其改良。土壤，1960 年第 5 期，18—20。
- [9] 杜修立：1960。白散土的形成及其改良。土壤，1960 年第 4 期，13—16。
- [10] 刘正：1960。湖北白善土水稻田。土壤通报，1960 年第 6 期，12—15。
- [11] 盐入松三郎等：1954。The chemistry of paddy soil in Japan. Ministry of agriculture and forestry Japan government.
- [12] Э. А. Коряблом, Б. А. Зимовеч: 1961. Происхождение почв приамурья с белесым горизонтом. Почв, № 6, 55—66.
- [13] 嶋下 寛: 1958. Soil in Japan. National Institute of agriculture science.
- [14] 馬溶之: 1958. 中国土壤图 (1/400 万). 科学出版社。
- [15] 陈桥驊: 1956. 日本. 新知識出版社, 上海。

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ БЕЙ-ТУ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕГО И НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЯНЦЫ И ИХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ

Сюй Чи

(Почвенный институт АН КНР)

(Резюме)

Одним из основных типов рисовых почв в северных субтропиках является *бей-ту*, которая широко распространяется в пространстве к югу от р. Хуайхэ и в средне-нижней долине р. Янцзы Китая, а также в Кюсю, Сикоку и Южной части Киото Японии, где возделывают рис и пшеницы.

Распространение *бей-ту*, в субтропиках обусловлено агро-био-климатическими условиями. В этих районах в почвах, которые образуются на зональных почвах и нижележащих красно-бурых корах выветривания, как правило, проявляются *бей-ту*-образовательные процессы. Красно-бурые коры выветривания, на которых образуются *бей-ту*, имеют широкое распространение в субтропиках. Они отличаются малым содержанием подвижных Fe и Mn, которые легко подвергаются восстановлению и промыванию, и по механическому составу—суглинистыми и легкоглинистыми с высоким содержанием пылей. Всё это служит основой для образования *бей-ту*. Следовательно, *бей-ту* преимущественно встречаются в долинах, на холмах, на древних равнинах и террасах рек, а в районах отложения современных рек и озёр их мало наблюдается.

Образование *бей-ту*, происходит при условиях переменных окислительно-восстановительных процессов. Процессы их образования, главным образом, состоят из двух сторон: химического выщелачивания и механического выноса, под воздействием их формируются типичные признаки *бей-ту*: верхняя часть профиля бедна питательными элементами и подвижными Fe и Mn с уменьшением содержания илистых фракций и увеличением пылей.

В связи с этим в пахотных горизонтах *бей-ту* проявляются уплотнение и осаждения.