

论聚土免耕生态工程在川中丘陵区农业生态系统中的地位 and 作用

陈实¹, 刘刚才², 张先婉²

(1. 国家科技部信息中心, 北京 100101; 2 中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所, 成都 610041)

摘 要: 详细阐述了川中丘陵区农业生态系统的结构和功能特征, 指出旱地子系统是该区问题最多而又最具有开发潜力的子系统。通过分析旱地聚土免耕法的功能特点及其开发利用和保护机制, 得出它是川中丘陵区旱地恢复重建良性生态系统的技术依托。同时也提出了旱地聚土免耕生态工程目前存在的问题和应用前景。

关键词: 川中丘陵; 农业生态系统; 生态工程
中图分类号: S157.4 **文献标识码:** A

川中丘陵区是四川省国民经济的主导区域, 养育着 500 km² 的人口, 但是旱地存在着严重的蚀、薄、瘠、旱等问题^[1]。除此之外, 坡地 (50~250) 和陡坡地 (>250) 较多, 占耕地面积的 34 %^[2]。为了解决这些问题, 坡改梯曾是主要途径, 但在农村实行“责任制”后, 由于劳动力和资金的分散, 这种途径难以实施。为此, 在充分总结实践和理论的基础上, 于 90 年代初, 形成了聚土免耕这一集水土保持、土壤改良和培肥, 以及增产增收的多目标多功能的保护性耕作系统^[3], 为进一步研究和开发利用这一系统, 笔者作此分析研究 (正文中引用的数据, 没特别说明的, 来致项目组研究总结报告^[4])。

1 川中丘陵区农业生态系统的典型结构及其评价

川中丘陵农业生态系统的基本单元是小流域生态系统。它以分水岭为边界, 包括有山林、果园、坡坎、旱地、庭院、水田和塘库堰等子系统。以中国科学院盐亭紫色土农业生态站所在的集水区作为典型代表, 川中丘陵小流域的农业生态系统结构可概括地分解如图 1。

1.1 山林子系统

川中丘陵山林子系统多分布于山丘顶部或陡坡瘠薄之处, 主要是人工种植的桉柏混交林。由于以桉木这种非豆科固氮树种作为先锋树种, 以柏树这种风土用材树为目的树种, 固桉柏混交林对于立地

条件恶劣的紫色土荒山秃岭的绿化覆盖是十分成功的。虽然柏树的材用价值至今还未能充分体现, 但桉柏混交林事实上已成功地实现了川中丘陵水土保持的第一道屏障, 同时, 桉柏混交林所提供的薪炭节省下大量的农田秸秆用于还田, 桉柏林网的防风功能对农田小气候的调节作用等等, 都无不展示出桉柏混交林的生态功绩, 桉柏绿化也代表着川中丘陵生态建设的第一阶段告捷。

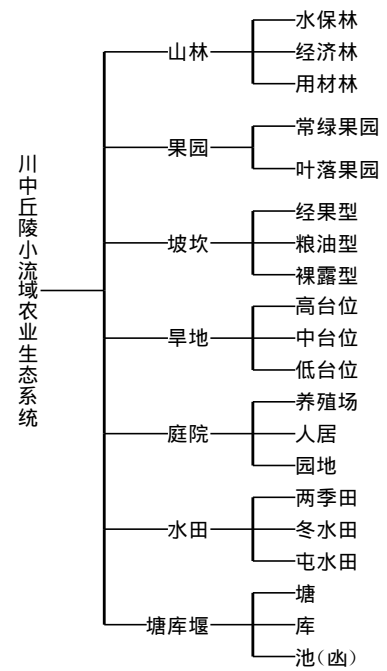


图 1 川中丘陵区小流域的农业生态系统结构
Fig. 1 Agro-ecosystem structure in central hilly area of Sichuan Basin

1.2 果园子系统

虽然人们理想地希望果园分布在山坡上, 诚所谓“山腰果树缠带子”。但现实中的川中丘陵我们却不无遗憾地看到果园大多都分布在农户庭院的附近, 因为果园的经济价值颇高, 靠近农户易于看管守护, 即便是那些偶而分布在山坡丘顶的果园, 一般均有农户迁居就近管护。更由于农户和果园的比邻而居, 果园间作粮油作物和不合理耕作就成为一种惯例、一种模式。这种情况势必导致了川中丘陵果园子系统生态效益的严重退化和水土保持机制的缺失, 从而距人们将果园作为经济型的水土保持林的初衷相去甚远。

1.3 坡坎子系统

坡坎作为旱坡地的基座而与旱坡地相间分布, 是一种常常被忽视却又很重要的土地资源。仅只是其面积占全部耕地面积的 15 % ~ 30 %, 就不是一个可有可无的小数, 更遑论它还具有独特的防护功能(保护着其上和其下面积数倍于已的旱坡地)。坡坎坡度有大有小, 土层有厚有薄, 母质有泥有沙, 利用上更是花样百出, 良莠杂陈。最理想地利用途径是建成经济生物篱, 这已由某些果园型、药材型、特产型坡坎的出现而得到启示, 但是合理地开发保护利用坡坎的技术离成熟还有一大段路要走。

1.4 旱地子系统

紫色旱坡地根据其分布位置及距离庭院的远近可分为高、中、低三种台位类型。一般而言距庭院较近且肥水输送较便捷者, 其坡度较平缓, 土层较厚而产量较高, 是为低台位旱地。远离农户而靠近山林, 地僻偏远, 水肥输送条件差, 坡陡土薄者是为高台位, 其产量甚低, 不足低台位之半。介于二者之间就是中台位。中高台位的旱坡地约占旱地总面积的 70 % 左右。高中台位旱地虽然低产, 但惜土如金的川中农民仍对其频繁耕作, 希望能多少有所收获, 由此导致的水土流失不知凡几! 由于产量低下, 农民不愿向其投肥投劳, 故高中台位可说是越种越瘦, 越种越薄, 用养失调, 每况愈下, 陷入恶性循环境地。因此高中台位旱坡地既是川中丘陵中低产田土的主体, 也是川中丘陵水土流失的主要场所。

另一方面也要看到旱地的长处, 川中丘陵旱地一是饲料粮(玉米、红苕等)的主要生产基地, 二是多经(棉、麻、油、菜等)作物的主要生产基地, 三是经果林(间作)的主要基地, 如桑、果、药、杂等等。因此, 川中丘陵要调整农业结构, 发展养殖和多经, 发展经

济林果, 还是要在旱坡地上做文章, 还是要对旱坡地进行开发利用保护。以这个观点来看, 川中丘陵的农业生态系统在荒山丘顶完成桉柏绿化后的形势就是: 问题在旱地、潜力在旱地、希望也在旱地。

1.5 庭院子系统

庭院包括农户, 猪舍鸡圈及园地(菜园, 果园), 是川中丘陵农业生态系统能流, 物流和信息流的中转站和中枢。在这里能量通过秸秆枝丫的燃烧或沼气化或沤制为有机肥而分配走不同去向, 养分通过饲料, 燃料, 沤肥的转化又分配向各种农业子系统, 甚至水分循环也以庭院为其重要一站(饮水, 粪坑)。当然作为农业生态系统主导因素的人——农民更是身居庭院, 日夜盘算, 调控着整个农业生态系统的运转。虽然庭院的重要性怎样强调也不过份, 但我们对它的认识了解和研究还较肤浅。

1.6 水田子系统

水田是川中丘陵农业的精华之地和宝贵财富。它的单产既高且稳, 一年可两熟, 大小春之间还可抢种一季晚秋蔬菜。它既无干旱之苦又无水土流失的问题, 它是整个小流域内水分和养分的汇聚之地。它虽然偶而也有渍害潜育化甚至关冬水和望天田等问题, 但比之旱地而言, 毕竟还能有水路不通时走旱路, 或者深沟高厢半旱式种小春等对策。但是, 目前种种情况显示了水田已经走到了自己生产潜力的极限。

1.7 塘库(堰)子系统

川中丘陵的塘、库、堰种类繁多, 大小悬殊, 一般而论, 有小 I 型小 II 型水库, 水堰, 微水池, 水窖水凼等等, 塘库主要保证水田灌溉。微水池, 窖、凼主要解决旱地水源高蓄高用就近供水的问题。在川中丘陵, 既不能指望土壤水库和森林水库彻底解决干旱问题, 也不能指望塘库堰根本解决灌溉问题, 最终还得靠它们的结合, 即靠天上水, 地下水, 土壤水和工程蓄水这四种水的联合调度来建立川中丘陵农业生态系统的可持续水分循环机制。这也是盐亭农业生态站在二十多年的川中水分循环研究中得出的一个重要结论, 相信它将会为更多的川中旱地农业实践所证实。

2 聚土免耕法是紫色土旱坡地恢复重建良性生态系统的技术依托

紫色土旱坡地的不利因素是“旱”、“薄”、“蚀”、“瘦”。核心问题是旱, 旱的诱导因素是大气降水分

布不均,紫色旱坡地由于地形限制缺少地下水补给,因而大气降水与土壤供水同步,高台位土壤这种缺陷更为突出,另一方面紫色土的“蚀”造成了“薄”,更无蓄水的条件,因此,我们可以认为,紫色旱坡地的限制因子是旱,但是它的沉积源有一系列的有利条件,是否可以充分地开发、保护和利用,一是改善其土壤大水库来提高降水的拦蓄、利用程度,大幅度地减缓“旱”的威胁,进一步整体地发挥各资源因素的相应作用,这就是我们开发紫色土旱坡地的出发点,同时也成为我们重建旱坡地生态子系统的突破口。

旱坡地的生态退化主要源于土地保护机制缺失而致的侵蚀→瘦瘠→滥用→侵蚀这一恶性循环链,因此要恢复重建退化旱坡地必须标本兼治,既要快速培肥又要建立保护机制,根本扭转旱坡地这一退化演替的趋势。聚土免耕即是在这一思想指导下,继承我国传统农业中一些行之效的方法,如等高垄作,紫色母岩耕作等,借鉴国内外先进技术经验,如免耕法,带状种植法等创造性地配套组装成一个集增水、增肥、增产、防蚀,改善环境于一身的新型旱地耕作法。也是一个以紫色母岩开发为手段,以水土保持为基础,以集约化利用为目的,同时兼顾了对紫色土资源的保护利用开发的新型农业生态工程。这项工程,我们称之为聚土免耕法,实践表明它是紫色土旱坡地恢复重建良性生态系统的有效技术途径。因为它有以下几个方面的机制:即快速培肥,土地保护、土地利用和水肥支持机制等。

2 1 退化旱坡地的快速培肥机制

快速培肥机制的技术途径包括以下三个环节:

2.1.1 垄带中层培肥

在聚土起垄前,先将有机肥埋入垄带表层耕匀后,将另一带的大部分表土堆垒到垄带,使原有的表土熟化层和有机肥施用层被覆盖而成为垄土的中层,很自然地立即实现了中层培肥。

2.1.2 沟带深耕改土培肥

聚土后的沟内,由于大部分表土被移走,留下的主要为犁底层或母岩,通过深耕、客土,增施有机肥和增种绿肥等,可较快地培肥沟带土壤,或将母岩熟化为肥土沃壤。

2.1.3 垄沟互换,全土培肥

垄沟生境条件各有长短,随时间推移它们的缺点逐渐明显,如垄带长期免耕所带来的根肥表聚问题和中层板结问题,沟带的嫌气环境问题,垄沟定期

互换(3~4 a)可消除缺点,强化优点,并逐步培育起30 cm~50 cm的活土层,形成旱坡地快培增肥的基础。

2.2 聚土免耕对旱地的保护机制

保护机制的技术途径包括以下三个方面:

2.2.1 网格状微地貌

由等高配置的带状垄沟,每隔5 m~7 m,筑一高和底座宽为10 cm的土档,就使全地块形成由垄、沟、档构成的网格状微地貌,既能拦蓄径流,加强降水入渗,又能截留泥沙,减少侵蚀。

2.2.2 作物植被的多层连续复盖

由于沟内的高秆作物如玉米与垄上矮秆或匍伏作物如小麦红苕间作形成的多层植被覆盖,由于垄沟作物收获期和播种移栽期差异而形成的全年连续作物冠层复盖,均能有效地削弱降雨对土壤的冲击和分散导致的侵蚀。

2.2.3 免少耕种植和根茬固土

免少耕尤其是小麦收获后的免耕留茬,由于土壤结构性未被破坏及根茬固土作用,也有利于提高旱坡地的抗蚀力特别是减轻作物换茬翻耕后第一次大雨引发的侵蚀。

2.3 聚土免耕条件下旱坡地的土地利用机制

聚土免耕后旱坡地形成了垄沟相间的生境分化,使原来单一的生境条件出现质的飞跃,势必会深远地影响到旱坡地的土地利用策略。

土地利用机制的技术途径包括以下几种措施:

2.3.1 立体种植

由于垄沟各有其独特的理、化、生物学特点,对作物有不同的适宜性,因而可组合成多种间套作模式,以充分利用光、热、水、土资源,提高旱坡地生产力及其应变能力。

2.3.2 用养分带

在聚土当年,沟带的表土被移到垄上,加上有机肥深施重点在垄带,势必造成垄肥沟瘦的肥力空间分布格局。因此对垄带要以用为主,发挥其土壤肥活的优势,结合边行效应以发挥高产作物的潜能,对沟带则以养为主,多种豆种绿肥作物以其加速其熟化进程。设若干旱较重时,由于沟内更湿润,则应以利用沟内贮水为主,将高产需肥水大的作物安排于沟带,同时补足化肥和有机肥,垄带则可种植抗旱力强的作物如红苕等。

2.3.3 利用与改造并举

对坡陡土薄之地,以改土来减缓坡度与增厚土

层的意义是不言而喻的, 传统的改土由于工作量大, 生土上翻等对产量影响甚大。聚土免耕后垄沟分化, 可采用垄带种植保产而沟带深挖深耨, 助其风化, 再增施有机肥或增种绿肥, 促其成土。积小改土为大改土, 积带状改土为全面改土。每至垄沟互换时, 则一律顺坡倒垄, 渐渐减缓坡度, 日久自收奇效。

具备上述三大机制的旱地聚土免耕耕作法, 一举扭转了旱坡地肥力逆向演替和加速退化的趋势, 达到了土壤快速培肥, 水肥库容明显扩充, 水土流失大大减少, 作物种类适应面广, 种植方式多样化, 产量和经济效益明显提高的诸多效果。因此, 如果说坡顶的桉柏混交林构成了川中丘陵农业生态的第一道生态屏障的话, 聚土免耕耕作法在旱地上推广应用则可以看作形成了川中丘陵的第二道生态屏障。因此, 对聚土免耕耕作法的进一步完善提高和推广将会对以改造中低产田土为重点的川中农业综合开发项目和以水土保持为目标的长游上游水土保持林工程等国家重大建设项目构成强有力的支持。一旦聚土免耕成为紫色土旱坡地的主体模式, 川中丘陵生态建设的决胜局面就基本趋于奠定。

2.4 以水肥为中心的环境支持系统机制

旱坡地说到底是农业生态系统中的一个子系统, 与森林、水田、庭院、塘库等子系统相互依存, 尤其是因旱坡地位高地僻, 水肥供应艰难的特殊情况, 靠天吃饭的色彩甚浓, 也使其对水肥条件的稳定保护要求最迫切。因此聚土免耕除对旱坡地的开发、保护、利用之外还考虑到以水肥供应为中心的环境支持系统的建立, 以确保旱坡地生产力的稳定发挥。

2.4.1 桉柏混交林带

桉柏混交林带与旱坡地镶嵌分布于整个丘坡。一般来说, 丘顶和坡坎为林带, 坡台和丘谷为旱坡地和水田。林带与农田之比约为 2:1, 桉柏混交林带就近成为旱坡地最稳定便捷的水肥支持系统。桉柏混交林带至少对旱坡地有以下三个方面的作用:

一是改善农田小气候, 为旱坡地创造更稳定适宜的气候条件。据长达 15 年的观测结果, 有林带保护的旱坡地年均温比无林带保护者低 0.47°C , 相对湿度为 $82\% \sim 85\%$ 比无林带保护者高 $2\% \sim 24\%$, 全年极端最低气温比对照区上升 0.95°C , 有利于作物和果木安全越冬; 而极端最高气温却下降了 1.66°C , 缓和了高温伏旱之苦。此外, 由于林带的保护, 旱坡地上风速减少, 也减轻了每年小麦扬花抽穗时大风的不利影响及倒伏等。

二是形成丘陵区水土保持的重重屏障, 减少了旱坡地的洪涝灾害和地埂溃塌, 更进一步强化了旱坡地的保护机制。由于强大的林冠截流, 有林区年均径流模数为 $3.49 \text{ L/s} \cdot \text{km}^2$, 而无林区为 7.64 尤其是洪水期 (6~9 月) 有林区径流量仅占全年的 50% , 而无林区则集中了 70% , 说明林带不但能减少径流, 而且在洪水期确有削洪作用。有林带的旱坡地年土壤侵蚀量为 $25.3 \text{ t/km}^2 \sim 182.4 \text{ t/km}^2$, 而无林带者为 $179.6 \text{ t/km}^2 \sim 1034.3 \text{ t/km}^2$, 后者为前者的 5~7 倍。

三是持续稳定地就近向旱坡地供应有机肥料, 成为旱坡地肥料供应的重要基地。

桉木 (*Alnus Cremastogyne*) 是一种非豆科固氮树种, 年固氮量为 $24 \text{ kg/hm}^2 \sim 70 \text{ kg/hm}^2$ 。紫色土又以富含钾和多种微量元素著称。桉柏混交林年产鲜桉木叶 1800 kg/hm^2 , 鲜桉叶含 N 3.2% , P 0.123% , K 0.91% , 相当于年产有机氮 64 kg/hm^2 , 有机 P 2.46 kg/hm^2 , 有机肥 K 18.2 kg/hm^2 。桉木又是一种落叶乔木, 每年所产叶量到冬季即成枯枝落叶, 若输出其中 20% 就近供应旱坡地, 则每公顷林带可提供有机肥 (鲜重) 360 kg , 有机 N 12.8 kg , 有机肥 P 0.5 kg , 有机肥 K 3.6 kg 。又因为林带与农田面积之比为 2:1, 与旱坡地之比为 4:1, 则每公顷旱坡地实际可得有机肥 (鲜重) 1440 kg , 有机 N 51.2 kg , 有机肥 P 2.0 kg , 有机肥 K 14.56 kg 。除了磷尚略嫌不足外, 这实在是一个不可小视的肥源。更遑论其为取材方便, 就近供应而且是肥效综合之有机肥。再加之桉柏混交林所提供的薪炭替代出的旱坡地稿秆的就近还田, 旱坡地的有机肥源和养分循环来源应该是较为强大的了。

2.4.2 水分供应系统

设若风调雨顺, 采用了聚土免耕技术后的旱坡地要高产不难。但川中丘陵区是春夏伏旱交错的地区, 降雨分配不匀, 季节性干旱频率极大, 要摆脱靠天吃饭的困境, 不能不考虑其水分供应系统。由于桉柏混交林的林网水文效应, 可折减旱坡地需水量的 3% , 土壤贮水也可满足旱坡地作物需水的 $70\% \sim 80\%$, 故旱坡地水分平衡缺额粗略估计在 20% 左右, 这与常年因干旱缺水平均导致旱坡地减产幅度为 20% 相呼应。旱坡地的水分供应系统主要应解决这 20% 左右的供水缺额。解决这一缺额的主要途径有以下措施:

2.4.3 地表水的高水高蓄

旱坡地的水分供应明显地不能靠现有的水库塘

堰, 因为它们的分布位置均大大低于旱坡地, 致使挑水和抽水灌溉旱坡地都不大经济。川中丘陵农民常有在旱坡地地边地角上挖简易贮水池收集地表径流的传统, 如能进一步改进该措施, 减少渗漏和蒸发, 每个地块贮存 $4\text{ m}^3 \sim 5\text{ m}^3$ 水不成问题。这对于缓解干旱对需水关键期如移栽、出苗、抽穗、扬花期的危害是很有意义的。

2.4.4 林带水的综合利用

林带的削洪作用犹如一个大水库, 是基于其强大的贮水作用。林带贮水通过侧渗水补给其下的旱坡地, 也通过泉眼而出露。泉眼的利用一为饮用二为灌溉, 无需赘述。侧渗水的利用此前情状却未尽合理。侧渗水实际上是通过基岩运行的, 因此根系分布愈深愈能多利用侧渗水, 聚土免耕培肥 $0\text{ cm} \sim 50\text{ cm}$ 活土层有利于作物根系向下展布、从而有效地利用侧渗水, 沟内深耕后也可利用侧渗水。由于侧渗水供应季节间相对稳定, 有效地利用之无疑会加强旱坡地的抗旱力。

2.4.5 土壤水的扩容增贮

由于土壤供水占了旱坡地需水的大头 ($70\% \sim 80\%$), 故通过增厚土层, 改善结构, 促进径流入渗和减少径流损失等措施来扩大旱坡地土壤水分库容, 增加土壤有效水分贮量应予重视, 这也正好是聚土免耕法的优势。

3 适应农业发展新形势, 进一步完善提高聚土免耕作法

聚土免耕这种生态工程曾经推广面积达数百万亩, 取得数以亿计的经济效益, 其保持水土, 培肥良土壤的生态意义也有目共睹。但是近来据我们在紫色土区的调查了解聚土免耕大部分未能稳定下来。究其原因根本就是搞聚土免耕是生态效益显著而经济效益不彰, 农民投工投劳改变耕作技术的新增收只有区区几十元。若将多投入的种子、肥料、劳力折价恐怕是入不敷出。同时, 特别是国家的粮食政策的影响也不是无足轻重的, 种植经济效益日益浅薄, 为此, 目前国家对农民的土地使用权也正着手改革。在这样的新形式下, 应抓住新一轮土地开发和农业开发的机遇, 牢牢占据旱坡地这一生态防护的前沿阵地, 应改变过去单纯将聚土免耕作为一种聚土抗旱增产和水土保持措施的观点, 建立起聚土免耕是一种紫色土资源的开发、利用和保护的综合技术的观点, 从而突出聚土免耕的经济效益, 突出生态、经济和社会效益

的结合。下面从几个方面谈谈这个问题。

3.1 聚土免耕在开发紫色母质资源中的作用没有得到应有的重视

聚土免耕以比传统坡改梯低的多投能投劳就能达到薄改厚和降低坡度坡长的目的, 而且由于实行分带利用和分带改造的制度, 保证了当年改土当年见效, 将近期效益与长远利益结合起来。由于聚土免耕的改土目标不是梯地而是等高垄作区田, 不是国家制定的耕地改造标准, 因此土肥部门仅将其作为一种坡改梯的中间过渡形式而非最终目标, 这也是聚土免耕面积不能稳定的原因之一。但事实上据我们多年定位观测表明: 聚土免耕的水土保持能力和生产力均不亚于坡改梯, 我不懂基于何原因要墨守费工费钱的坡改梯而不用费省效宏的聚土免耕等高垄作? 何不实事求是, 宜梯则梯, 宜垄则垄, 何必强求一律, 搞一刀切!

3.2 聚土免耕中层培肥的层次肥力特性和垄沟分异的农田生境特点未能充分利用

聚土免耕垄中层在肥力上表现出通透性良好和肥、水动态稳定的特点, 为根系的生理活性与吸收功能的发挥提供了适宜条件, 如果能使植物根系集中分布在中层, 对植物生长发育和株型会有重要影响。目前垄作植物的根系主要分布层并不在中层, 而是从表层到中层呈锥状分布, 显然这种根系分布格局对中层肥力的利用和发挥尚远不充分。山地密植果园的根系分布较浅, 且呈横向发展, 侧根较发达而直根因土层薄而受抑制, 从而有利于矮化密植。矮化密植果园具有早果, 丰产, 品质好, 易管理的优点, 因而成为高产果园栽培技术的一大趋势。但由于其根群浅布, 对土壤水肥供应的依赖强, 因而易受干旱和缺肥的影响, 且盛产期较短, 树势易早衰, 抗逆性差。如果将密植果园与聚土免耕结合, 将果树定植于沟内, 由于沟内土层薄, 强迫树根和须根向两侧垄伸展, 而垄中层肥力较好, 由于根系的向水向肥特性, 根系将集中分布在垄中层。这一方面可控制树高, 达到矮化密植目的, 另一方面侧根须根并非分布在表土中而是集中在距垄表 $25\text{ cm} \sim 35\text{ cm}$ 的中层, 据我们观测研究该层不光是有机质和养分的富集层, 也是水热动态的稳定层, 是垄沟水分交换的临界层, 是好气微生物和土壤酶的活跃层。山地果园的根群如能集中在此层, 可减少干旱的危害, 能持续保持根群的活性, 能延长密植果园的盛果期, 延缓早衰。这种模式可以应用于一切适宜矮化密植的木本经济果

木。而沟内的湿润对于果苗定植后的成活率也将是极好的保证,加之垄沟档结合的微地貌的水土保持和水分涵养拦蓄作用,以及沟内秸秆覆盖所起的保墒和还田作用,垄上地膜覆盖的保水保土增温作用等,将构成适宜于紫色土区的山地旱果丰产生态果园的土壤管理模式的基本骨架。

3.3 聚土免耕的水源涵养和拦蓄的能力被低估

现在估算聚土免耕的蓄水能力主要是测算其土壤水分的库容量,这样一般会得出聚土免耕由于增厚土层和改善土壤结构性后会增大土壤水库容 $120 \text{ m}^3 \sim 150 \text{ m}^3/\text{hm}^2$ 的结果,而对于垄、沟、档结合形成的网格状微地貌拦蓄径流的地表库容未予重视,实际上若按 10 cm 土档粗略估算将形或拦蓄库容 $330 \text{ m}^3/\text{hm}^2$,这样一来一公顷聚土免耕可增加约 450 m^3 左右的蓄水库容,如果每公顷要建设蓄积这 450 m^3 的水窖或微水池需要多少投资?当然我并不排除兴修微型水利的必要性,但如能与聚土免耕相结合,肯定将收到费省效宏的结果。

3.4 聚土免耕是有强大生命力的

由于聚土免耕具有开发紫色土资源,保水保土,拦蓄降水,中层培肥且费省效宏等作用,预测在今后紫色山丘区土地资源深度开发上将卷土重来,当然会有所

变形和发展,作为科研部门应该洞悉这一发展趋势,作前期和前瞻性研究,为更好地发挥聚土免耕这一紫色土资源的开发利用保护技术体系的作用而努力。

3.5 聚土免耕尚有待完善的地方

实行聚土免耕后蒸发势由于农田比表面的增大而增加从而导致垄表的易旱性,垄带的缺磷少钾问题,可结合深施基施磷肥和秸秆覆盖来解决,秸秆可补钾,覆盖可减蒸发和缓解极端温度,防止垄表干旱,控制水分散失,同时促进农田有机物平衡并保护土壤结构。

参考文献:

- [1] 李仲明,等. 中国紫色土(上篇)[M]. 北京: 科学技术出版社, 1991, 1~22.
- [2] 朱波,等. 陡坡耕地的开发利用与保护[J]. 山地学报, 2000, 18(1), 37~40.
- [3] Zhang Xianwang, Shi Cheng and Tongyang Li. Seasonal no-tillage ridge cropping system: A multiple objective tillage system for hilly land management in south China. S. A. El-Swaify and D. S. Yakowitz (Eds.); Multiple Objective Decisions Making for Land and Water Environment Management. Boca Raton, FL., CRC Press, Inc. 1995, 285~312.
- [4] 四川盆地高台旱地系统开发途径研究组. 旱地聚土免耕耕作法研究[J]. 中国科学院成都分院土壤研究室研究专集, 1990.

A review upon the importance and effect of piling soil to ridge with non-tillage for agro-ecosystem in central hilly area of Sichuan Basin

CHEN Shi, LIU Gang-cai, ZHANG Xian-wan

(1. Information Center of National Science and Technology Ministry, Beijing, 100101;

2. Institute of Mountain Hazard and Environment of Chinese Academy of Science and Ministry of Water Conservancy, Chengdu, 610041)

Abstract: The structure and function of agro-ecosystem in central hilly area of Sichuan Basin were expatiated to indicate the dry land sub-ecosystem is an exploitation system with the highest potential and most problems. A view was reached that the system of piling soil to ridge with non-tillage (PSRNT) is a important technique support for resuming constructing fine ecosystem for dry land in the area, after expounding the function features, exploitation and conservation mechanism of the PSRNT. Moreover, the issues and application prospects of PSRNT were pointed out to cause the concerns of next step research.

Key words: central hilly area of Sichuan Basin; agro-ecosystem; ecology engineering