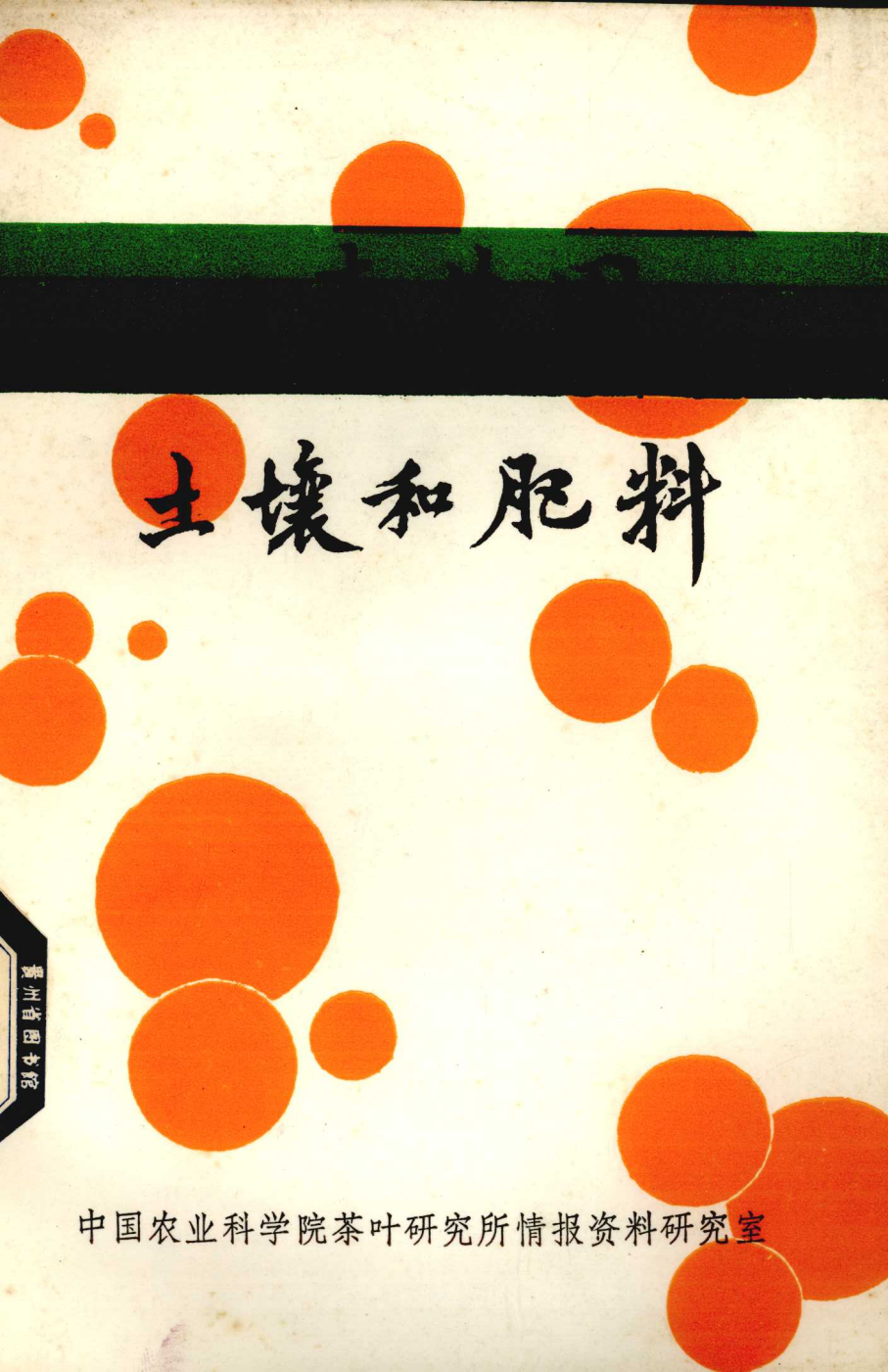




土壤和肥料

貴州省圖書館

中国农业科学院茶叶研究所情报资料研究室

日本茶园土壤和肥料

平峰重郎 著
石垣幸三

陈席卿 译

中国农业
科学院

茶叶研究所情报资料研究室

编者的话

《日本茶园土壤和肥料》是继《茶叶研究进展》之后编译的第二册科技参考资料，它着重介绍日本茶园土壤状况；不同土壤、肥料对茶树生长发育、茶叶产量和品质的影响，以及根据茶树营养生理特点提出的科学管理方法等，是日本茶园土肥管理方面的经验总结。

日本茶叶单产居于世界首位，这与它的土肥管理措施是分不开的，这本小册子在这方面会给我们提供一些有价值的参考资料。

一九八二年五月

目 录

一、茶园的肥沃度	(1)
1. 日本茶园土壤的特征和分布	(1)
2. 影响茶园土壤肥力的主要因素	(5)
3. 土壤种类与茶树生育、生产力和茶叶品质 ...	(7)
4. 土壤管理	(11)
5. 水分管理	(14)
6. 土壤改良	(20)
二、茶树的施肥	(24)
7. 茶树营养生理特性	(24)
8. 施肥量	(34)
9. 施肥方法	(37)
10. 肥料的种类及其效果	(41)
11. 肥料成分的缺乏和过剩	(46)
12. 肥料要素与茶叶品质	(51)

類更重而次台河順，台河更大地對學小由顯土強左界界果成
市台其。类大兩土并總更而內查土自黃發育視群分味土并
半一古各於國出

I. 茶园的肥沃度

(2001, 台河)

除而國茶大變美聚土要主

I 表

平峰重郎			
羽 獸 市 台	母面 (圖公)	地 界 對 茶 河 部	壁幾聚土
鼠北，瀾涼，涼美	0000S	英 山 火	土 英 山 火
瀾涼，瀾涼	0001	鼠 塘 將	土 有 鼠 塘 將
鼠北，關山，鼠北，鼠北	0002	鼠 山 古，鼠 山 中，鼠 山 三 界	土 山 古 黃 立
鼠北，瀾涼，瀾涼	0003	鼠 山 古，鼠 山 中，鼠 山 三 界	土 山 古 黃 立
鼠北，關山，關山	0004	鼠 山 古，鼠 山 中，鼠 山 三 界	土 山 古 黃 立

1. 日本茶园土壤的特征和分布

茶园的土壤类型和分布

日本除了北海道、青森县以外，所有的府县都栽培茶树。1972年，全国茶园总面积有55500公顷，毛茶总产量达95000吨。主要产茶府县茶园面积依次为：静冈县占总面积的36.9%，鹿儿岛县占11.1%，三重县占6.9%，埼玉县占5.9%。

在开辟新茶园时，需要充分考虑立地条件，尽管以往对气温、降雨量等气象条件的适宜与否颇为重视，但对土壤条件几乎不加考虑，因而在难以种植需要精细管理的作物的土地上开辟了茶园。其结果，除静冈县牧之原等一部分台地上的是平坦茶园之外，其余均分布在坡地和山间僻壤上。坡地茶园所占的比例超过平地茶园。

现在尚无全国性的茶园土壤种类、特性和分布的调查资料。河合(1965)根据地质系统或者母质的不同对茶园所作的分类大致如表1所示。由表1可知，茶园土壤中最多的发育于火山灰的土壤和发育于洪积层的红黄色土，其次是发育于洪积层的黑色沼泽土以及由其他岩石、母质发育的土壤。

如果根据这些土壤的化学性质大致区分，则可分为腐殖质酸性土和包括所有红黄色土在内的矿质酸性土两大类。其分布比例约各占一半。

表 1 主要土壤类型及茶园面积 (河合, 1965)

土壤类型	地质系统、母质	估计面积 (公顷)	分 布 地 区
火山灰土	火山灰	20000	关东、东海、九州
黑色沼泽土	洪积层	4000	东海、近畿
红黄色土	"	20000	东海、近畿、北陆、山阴、九州
"	第三纪层、中生层、古生层	3000	东海、近畿 九州
"	火成岩	2000	中国、四国、九州

茶园土壤的特性

象茶树这样的多年生作物一旦种植之后至少数十年也不必改植，可看作是一个彻底的单作过程。由于茶园每年要采摘2—3次，所以在定植之后要进行多次修剪以控制树高，使之养成适于采摘的良好树型。随着茶树生长，采摘面不断扩大，因而行间覆盖率逐渐提高。到了成龄以后，只有行间可免强作为施肥、采茶等管理作业的通路。因此，株间土壤在定植后没有经受过施肥和耕翻而具有比较稳定的性质。茶株周围土壤虽也和株间土壤相似，但是，这儿正是幼龄时期的施肥位置，受铺草等的影响也比株间土壤要多。因此，行间中央部土壤长期受到人为的影响就更大。普通旱作地的表层土壤性质，由于肥培管理而变得不一致时，可由每茬翻耕等作业使其重新一致起来。然而茶园却不同，它随着树龄的不断增大，行间不同位置的土壤性质的不一致也就越来越明显，这就是茶园土壤所具有的特殊性。

前原、平峰(1965)等调查成龄茶园与茶行方向垂直的土

壤剖面理化性质的结果，同河合等(1958)对矿质红黄色土以及富士火山灰土茶园的调查结果相同，即在行间中央部位，腐殖质含量少的砂性土壤表层中的粘土有流失现象，而腐殖质火山灰土则很少有这种流失现象。另外，茶园的表土，特别是行间中央部的表土，腐殖质累积多，由于这里正是施肥的部位，易引起土壤的强烈酸化和盐基流失。而茶株基部土壤的这种变化就比较缓慢。从表2树龄和土壤pH值的关系来看，这些变化在开园之后随着树龄的增大而逐渐加深，树龄越大，茶园土壤化学性质甚至深层都会越差。

表2 土壤pH和树龄的关系 (前原、平峰)

深度(cm)	普通旱地	四年生茶园	八年生茶园	三十年生茶园
0—10	4.60	4.58	4.35	3.95
10—30	4.78	4.20	4.05	4.00
30—50	5.30	4.30	3.90	4.21
50—70	5.17	5.00	4.45	4.15

在茶园土壤的有效态养分中，交换性钙、钾、镁等盐基，其含量从土壤刚改良后的秋季到第二年春季这段时间为高，而3月份以后，随着雨水的增加而逐渐减少，土壤反应也急速地酸化。到了秋季又重新恢复到原来的强酸性，特别是交换性镁的含量远比一般旱地为少。有效态的氮和磷的含量则与盐基相反，从秋季到春季较少，入春以后，随着地温的上升而增加。上述这些都与气候条件密切相关。

土壤中各种形态磷素的分布、吸收、溶解以及磷肥施入后的形态变化，因土壤种类的不同而不同，特别是在铝矾土性强的茶园土壤施用磷肥时，磷酸转变成磷酸铝的现象是显著的，这种磷酸铝一般是难于被利用的。可是根据河合等人

(1966)的研究, 茶树对于磷酸铝或磷酸铁都能很好地利用, 所以多数磷肥用量试验的结果并非有这种明显的趋势。近年来, 由于高浓度复合肥料的施用增多, 氮素用量增加, 磷素用量也随之增多, 从而使得茶园土壤中有效态磷含量(托洛古法)也显著增加。因此, 在以第三纪层为母质的那种腐殖质含量少、对磷酸的吸收系数小的土壤地带, 茶树多次发生象缺锌症那样的黄斑叶片, 这也是一个不可忽视的问题。

关于茶园土壤中氮素的动向, 与一般旱地土壤相比, 微生物活动有明显差别, 其硝化能力很差。石垣(1961)的砂培试验和前原(1970)的水培试验表明, 与其说茶树能很好地吸收铵态氮且对生育有良好影响, 不如说茶树喜欢酸性土壤, 因此, 茶园土壤应具有这样的特点。但据平峰(1970)试验认为, 茶园土壤中有亚硝酸形成, 引起氮素的挥发率是相当高的, 所以对于极端强酸性土壤的合理肥培管理仍然是一个问题。

至于茶园土壤的孔隙度、透水性等物理性质以及土壤水分动态, 与其他化学性质一样, 也因茶株基部和行间位置的不同而有差异。据平峰(1973)调查, 行间中央部表土由于进行管理作业时的践踏, 粗孔隙少, 透水性就要比茶树周围的土壤差得多。从降雨4毫米后土壤水分的增加情况来看, 幼龄茶园湿润一致, 而成龄茶园由于覆盖率高, 雨水从叶片流经枝干浸湿茶株基部土壤, 所以此处土壤水分增加最多, 向茶行中央部依次减少。降雨量在10毫米以下时, 行间中部土壤水分也没有什么增加。可见, 土壤水分分布是依位置不同而异的。

因茶园土壤具有上述各种特性, 所以为了促进茶树的营养生长, 必须通过精心的肥培管理, 适时地供给茶树急需的

养分和水分。但在这些方面，还有许多问题有待今后研究。

2. 影响茶园土壤肥力的主要因素

找出决定土壤肥力的主要因素，并将其数量化，这样，在进行土壤改良以及开辟茶园选择宜茶土地作业时，就可加以充分利用。

众所周知，茶树生长势和茶叶产量明显地受到环境条件（即气候条件和土壤性质）的影响，因此在确定茶树树冠培养方法、管理方法的时候也就必须充分考虑土壤条件。然而，如前所述，以往在开垦新茶园时，多数情况是没有考虑土壤条件的。

作为茶园生产力的指标，通常是以单位面积茶叶产量来表示的。在日本茶园中，平地茶园和坡地茶园的面积大体相同，而在坡地茶园中，坡度在 15° 以下的占总面积的33%， 15° 以上的占20%，特别是200公尺以上的高山茶园占了总面积的32%。再加上由于树龄、树冠养成、栽培管理和茶叶采摘方法等不同，引起产量不同，所以很难用统一的标准来判断茶园生产力与土壤理化性质的关系。

河合(1965)调查了静冈县优良茶园与不良茶园的土壤状况，特别是对占全国茶园面积约10% (5000公顷) 集中栽培的牧之原台地有代表性的腐殖质土壤及红黄色矿质土作了研究比较，得出了有可能决定茶园生产力的主要因素为土壤质地、腐殖质含量、表土层厚度、有效土层、土壤水分、自然肥力水平、坡度以及侵蚀情况等等。也就是说，茶树生长良好的土壤应含有适量的砂砾，富有腐殖质，结构好，有效土层深。不良茶园一般是底土十分板结，有过湿现象。换言之，肥

力高的土壤，有效土层深，而且比较松软，使根系伸育不受限制，特别是下层土壤通气、蓄水、透水等物理性能要好。

在土壤化学性质方面，主要因素有：在矿质土壤中，以腐殖质含量高的为好；在洪积层腐殖质土和火山灰土等腐殖质含量高的土壤中，腐殖质层深厚的茶园，其生产力有降低的趋势。腐殖质多的不良茶园土壤，磷酸吸收系数达到3000大关，实在太大了。交换性盐基，是一种十分重要的化学性质，其中交换性钙在优良茶园土壤中一般含量较高，并且在土层内分布均匀，而不良茶园土壤中的交换性钙在土层内的分布不均匀，差别很大。交换性钾、镁也有同样的趋势。不仅是交换性盐基含量如此，盐基饱和度也如此。在优良茶园土壤中，一般都在20—45%；而在不良茶园中，整个土层的盐基饱和度极低，排水不良的底层会成为盐基积累的部位。土壤反应与上述的盐基状态有关，优良茶园的pH(水)在5左右。交换性酸度(y_1)较小。此外，茶园土壤肥力在很大程度上受氮素的支配，有关栽培试验表明，不施肥和少施氮肥会直接影响土壤肥力，而且明显地抑制茶树生育，降低茶叶产量。

茶试场栽培试验结果列于表3。由表3可知，改植后的茶园施不施石灰也会明显地影响其生产力，所以在牧之原腐殖质土壤的茶园中，每年都要施用镁质石灰100公斤(为1.5亩用量——译注)，与此相比，不施用及施用量增加三倍的处理都明显地抑制茶树的生育。这也就证实上述的土壤中盐基组成影响生产力的重要因素这一论点。钾素对生产力的关系尚不太明确。关于磷素，在这个试验中，从第九年起，缺磷才成为限制因素。静冈县茶试场在1941—1957年所进行的不施磷肥的田间试验中，以三要素区产量指数为100，不施磷区产

表3 栽培试验中产量指数的变化 (茶试场)

年 份 试 验 区	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972
四 要 素	100	100	100	100	100	100	100	100
缺 P	92	83	88	85	87	83	87	80*
缺 K	104	72*	81*	86	101	85	98	91
缺 Ca	68*	53*	77*	75*	74*	78*	86*	85*
3 N	92	85	92	105	94	104	108	96
3 P	101	95	88	104	104	100	98	96
3 K	98	93	90	91	84	95	94	96
3 Ca	96	71*	84*	80*	80*	81*	83*	87*

* 表示显著性。

量指数为90,其后不施磷区产量逐年下降,二十年后(1961),其产量指数下降为74。由此看来,磷作为茶园土壤肥力的要素,其重要性是远低于氮和钙的。

综上所述,为要提高茶园生产力就要确切地掌握茶园土壤性状,并对土壤理化性质加以改良,使之适合于茶树的生育。

3. 土壤种类与茶树生育、 生产力和茶叶品质

土壤种类与茶树生育及生产力

日本茶园土壤按地质系统不同,大致分类及其估计面积已如表1所示。河合(1965)将各类土壤的特性归纳如下:

古生层发育的茶园土壤,一般分布在山间坡地。上层为黑褐色的壤土——粘壤土,厚度40—70cm,下层混有大量的角砾,pH值在5左右,盐基类含量也较多,水和空气的通

透性好，茶树根系生育良好。这种土壤有希望获得很高的生产力。但由于海拔较高或者是山间坡地，这就容易受到气候条件的限制。

中生层发育的土壤，其中母质为页岩的是粘壤土，粘性较强，而由砂岩风化的是壤土，两者都混有砂砾。土层状态与古生层地带的土壤相类似，上层厚度30—60cm，富有腐殖质，呈黑褐色——暗褐色，下层为含有角砾的硬土层或为角砾层。其理化性质一般良好，多为优良茶园。

第三纪层发育的茶园土壤，母质主要是页岩、凝灰岩或者砂岩，为鲜黄褐色的壤土或重粘土，上层厚50cm左右，虽然最表层比较松软，但是其下层随着深度加深变得紧密。一般干燥时非常坚硬，降雨后却又很粘。腐殖质、盐基类的含量都较少，呈强酸性，生产力一般不高。近年来，在静冈县中部的第三纪层地带，用推土机进行大规模开垦，将存在于下层的属于挂川层的青灰色心土也挖了起来。这种心土可分为两种，一种是含有大量硫酸根而呈强酸性。另一种为中性或硷性。茶树在这两种土壤上种植，都会出现枯死等现象。

洪积层发育的茶园土壤大致可分为两类：红黄色的矿质酸性土和腐殖质酸性土。腐殖质酸性土主要分布在静冈县牧之原台地北部以及三重县四日市西部茶区，在牧之原台地北部的土壤表面或洼地上，有厚达30—90cm或更厚的堆积层，它的理化性质类似腐殖质火山灰土，下层则是洪积层的黄褐色粘质土层。红黄色土是具有一米左右的粘质土层，下层都为洪积层所特有的硬结砂砾层。红黄色土表层10—20cm厚度之内虽然含有腐殖质，但是越往下就越是紧密粘重。下层硬结的砂砾层妨碍透水，土层浅的地方就容易出现过湿状况，根系生育不良，成为限制生产力的主要原因。

火山灰发育的茶园土壤广泛地分布于关东、东海、南九州等地区。由于各次喷发的不同，其理化性质和堆积厚度也各不相同，只要在其下层中没有极硬的火山砂硬结层以及浮石层之类的夹层存在，火山灰土的物理性状就要比其他土壤好，茶树生育和生产力都是相当好的。

由于茶树生育和茶叶产量受到茶园立地条件(包括气候条件)的影响很大，所以，茶试场及其枕崎支场就把各地的土壤采集到一起，在同样的栽培管理之下，进行了土壤生产力的比较研究，其结果是：茶树定植初期的3—4年内以在矿质土上的生育为好，以后却逐渐变成以在腐殖质土上的生育为好，如表4所示，树势和产量也要比矿质土上的来得好。分析其主要原因是在于矿质土壤的化学性质恶化较快，腐殖质土壤则能保持适当的水分供给力。

表4 土壤种类与茶树生育及产量指数 (茶试场)

年 份	1962	1963	1964	1965	1966	1967
土壤种类	树 高	树 高	产 量	产 量	产 量	产 量
牧之原红黄色壤	100	100	100	100	100	100
三重红黄色壤	92	103	100	100	110	82
京都红黄色壤	81	102	154	100	131	126
红黄色壤平均	100	100	100	100	100	100
牧之原腐殖质土	74	89	135	177	234	114
富士火山灰土	74	84	114	133	199	107
埼玉火山灰土	73	89	166	216	225	328
鹿儿岛火山灰土	79	101	91	171	270	173
腐殖质土平均	88	89	108	174	203	176

注：以无底土管作试验。

土壤种类与茶叶品质

关于土壤种类与茶叶品质的关系，目前还不十分清楚，

今后要研究的问题很多，而且除了土壤之外，品质还同其他环境条件有关。

一般说来，黄色、红黄色粘质土所产的茶叶，其味较浓，色泽稍欠绿，汤色带点黄色；腐殖质火山灰土所产的茶叶，苦味稍强，色泽带青；砂质土所产的茶叶，色泽淡青绿色，香味比较差些。

按地质类型分，茶叶品质以古生层的为最好，中生层的次之，洪积层和第三纪层的稍差，火山灰土的最差。

据农林省茶试场对主要茶区土壤所作调查，总的结果是：一般认为优质茶的茶园土壤都是土层深厚，养分分布均匀，特别是交换性盐基饱和度适中。小岛等(1959)调查了爱知县茶园土壤与碾茶品质之间的关系，报告指出，优质碾茶是由土壤腐殖质和全氮含量高、有效磷含量也高的茶园生产的。此外，茶树对锰的吸收力很强，茶叶中的锰含量要比其他作物高得多。据宫崎县茶试场对产石灰地带以及产锰地带的土壤与其所产红茶品质关系的研究，结果发现产锰地带的红茶发酵好，香高味醇，汤色红亮；与此相反，石灰岩地带的红茶发酵很差，香气滋味都较淡薄，汤色往往发暗。

以上将过去有关土壤与茶叶品质关系方面的材料作了概述。最近，茶试场及其枕崎支场通过砂培或水培试验得出的结果表明，茶叶中特有的氨基酸即茶氨酸的含量，以施用铵态氮肥的嫩叶中较高，而施磷肥越多则茶氨酸含量减少的趋势就明显。这同以往所说的土壤中的有效磷的作用不一定一致。因此，对于土壤与茶叶品质关系的问题还有很多尚待今后更深入地研究。

4. 土壤管理

如前所述, 坡地茶园(包括坡度大于 15° 的)占有茶园总面积的一半以上, 因此, 保护梯面、防止侵蚀是茶园土壤管理的重要内容, 特别是近年来在一些平地茶园, 连除草、中耕作业也省略或者简化了, 由此可见这方面是值得重视的。

茶园覆盖材料历来以杂草为主。铺草随同深耕、施基肥等一起, 作为茶园秋季管理作业的一环, 具有重要作用。但由于劳力不足和草地减少, 现在一般都用稻草来代替杂草。可是稻草也由于水稻种植面积减少以及使用联合收割机的缘故, 价格高昂, 并且难以弄到, 这给茶园铺草造成了困难。因此, 切望找到可以作为杂草、稻草的代用品。这些材料除了废纸浆、锯屑、树皮等造纸、木材工业下脚料以外, 也可利用农用聚乙烯薄膜等。

铺草、铺稻草

铺草具有以下多方面的作用: (1)保持土壤湿润, 防止肥料流失; (2)保持地力, 增加腐殖质; (3)改良土壤的物理性状; (4)防止杂草滋生; (5)调节地温; (6)补充养分。

前原、平峰等(1967)在南九州的腐殖质火山灰土壤茶园进行了试验, 定植后行间全面铺稻草的效果十分显著, 促进了茶树生育, 产量比不铺草的高2倍以上(见表5)。这是因为幼龄茶园行间较宽, 全面铺稻草之后, 土壤水分变动小, 上下层之间水分差距缩小, 土面的蒸发受到限制, 同时控制降雨时大量重力水的流失。此外, 同不铺草相比, 铺稻草的使得夏季中午表土温度降低 $4-5^{\circ}\text{C}$, 冬季土温在5厘米深处提高 $2-3^{\circ}\text{C}$, 甚至在20厘米深处也提高 $1-3^{\circ}\text{C}$ 。裸地

表 5 铺稻草的效果

(前原、平峰)

处 理	产 量 指 数			
	1964年	1965年	1966年	1967年
不铺稻草	100	100	100	100
铺 稻 草	153	233	237	215

注：每1.5亩铺稻草2000公斤。

地温昼夜温差在 10°C 左右，而铺稻草则使温差调节到 2°C ，因而对根系的活力有很好的影响。其中尤以铺稻草与耕耘相结合的处理，使得土壤中有机态氮素变得丰富，其综合效果更有利于茶树生育。

茶试场(1967)在幼龄茶园中进行了以省力为目标的生草栽培试验，结果表明，铺稻草比不铺稻草的增产约10%，又节省了除草劳力，可见经济效果是很高的。

高桥、森田(1956)在静冈县对坡地茶园进行了以引起土壤侵蚀的时期、场所及其程度等为主要内容的实地调查。结果得出，土壤侵蚀在台风季节里最容易发生。下层为第三纪层的青灰色页岩的地带，在梅雨季节侵蚀也很厉害。还有坡地上部比中下部易被侵蚀。森田(1963)认为，茶园虽比普通旱地土壤侵蚀要轻一些，但与未垦地相比，侵蚀就严重多了。土壤侵蚀的程度因土壤性质不同而有很大差别。据高桥、森田以往的调查，静冈县很久以前就采取筑梯田、铺稻草、挖鱼鳞坑及间作等方法以防止水土流失，但最普遍的是采用行间铺草和铺稻草的方法。坡地茶园铺稻草的效果列于表6。由表6可知，不管坡度是大是小，行间土、砂的流失量都明显减少。鹿儿岛县茶试场(1966)的试验也获得相似的结果，即为防止土壤侵蚀而采用行间铺草的处理其树势旺盛，产量增

加。

表 6 坡地茶园不同土壤管理与土砂流失量(高桥、森田)

坡 度	处 理	土、砂流失量(4-11月) (克)	指 数
16°	豆科间作	3178	75
	铺 稻 草	1352	32
	牧草间作	2639	62
	无 处 理	4244	100
26°	豆科间作	4023	60
	铺 稻 草	1892	23
	牧草间作	3762	56
	无 处 理	6766	100

坡地茶树的种植方式一般采用等高种植，种植密度比平地茶园稍密，这将有利于防止水土流失。但是在奈良县粗粒质花岗岩土壤地带，即使是在坡度相当陡的地方，茶行差不多都用顺坡方式种植的。在静冈县也可看到一部分茶园是顺坡种植的。这些陡坡茶园，如果茶行采用等高种植方式，当雨水把不透水层上面的土壤泡湿之后，这层土壤就会连同茶树一起发生崩塌。顺坡种植的茶园，铺稻草的量是很大的，即使是成龄茶园也要铺上一层厚的稻草，直到茶株基部，这样才能控制水土流失。

有机物的代用材料

经研究，代替杂草、稻草作为铺盖材料的有经过处理的城市垃圾以及木材加工厂、造纸厂的锯屑、树皮、制纸废料等堆制物。

对于铺盖垃圾的试验不多。根据茶试场枕崎支场(1966)的试验结果看，与铺稻草相比，用垃圾 1 吨的处理，其产量指数三年平均为 85，2 吨的为 95，虽然施用量、施用方法尚