

# 水稻土的软硬状况及其影响因素\*

程云生 林长英 杨苑璋 徐梦熊

(中国科学院南京土壤研究所)

过去的工作(陈家坊等, 1961; 程云生, 1962)指出, 高产水稻在其生长前期需要一个较烂、较软的土壤条件, 而中期以后则需要土壤由烂软变为板硬。试验证明, 土壤烂软时养分矿化速度快, 有利于水稻分蘖期的生长; 土壤板硬时则相反(程云生, 1965)。土壤软硬状况的调节在水稻高产的栽培技术中占有显著的地位。烤田应该掌握“土烂苗旺”的原则(程云生等, 1963), 但不一定完全按照水稻的生育时期来进行, 而应根据土壤的物理性状结合苗情制定合理的灌排措施。同时, 调节土壤软硬状况也是调节其他因素的关键, 土壤在植稻期间肥力水平较高的比较容易烂软。所以, 在耕耙措施上可以逐年加深耕层, 而不要耙得太过烂, 以便养分缓缓供应易于达到平稳; 在追肥上也要掌握这类土壤养分供应能力稳而长的特点, 在养分供应能力下降以后再追肥, 以免造成植株徒长。肥力水平较低的土壤在植稻期间不易造成烂软, 而易于沉实变硬。因此, 在耕作上要浅耕细耙, 使土壤充分分散, 才有利于土壤养分的释放, 供应水稻生长; 在追肥上要根据这类土壤养分供应能力猛而短的特点, 多次而少量地追施化肥和增施有机肥料, 以便土壤易于烂软, 有利于水稻生长对养分的需要。

为了查明植稻期间土壤烂、软、板、硬这一动态过程。我们分别在南京孝陵卫农业科

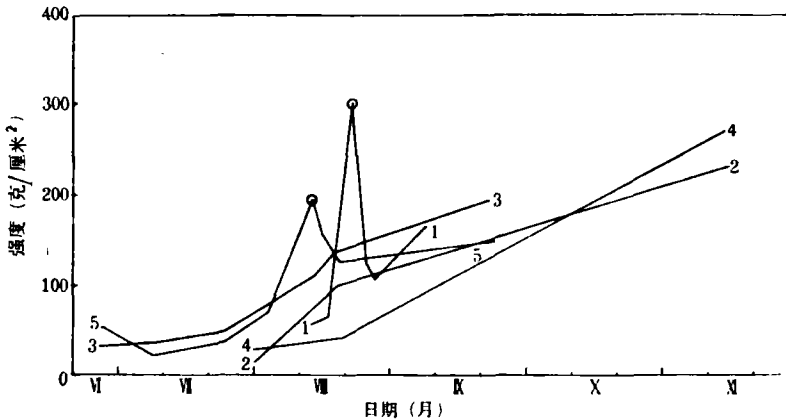


图1 植稻期间耕层土壤软硬度变化

(1962—1963 年用瑞典锥形强度仪, 1964 年用十字板剪力仪测定)

1—马肝土 (1962); 2—油泥土 (1963); 3—油泥土 (1964); 4—栗子土 (1963); 5—栗子土 (1964); ○—烤田复水前测定。

\* 参加部分工作的尚有朱铭富同志。

学院的试验田(马肝土)和丹阳国营练湖农场的丰产田(栗子土和油泥土)上结合水稻高产的研究(三种土壤的基本性质参见文献:程云生等,1963;赵诚斋,1963),用瑞典锥形强度仪(恰波夫斯基,1954)和十字板剪力仪(水利电力部办公厅图书编辑部编辑,1962)在植稻期间观测了耕层土壤软硬状况(重复测定12—50次)。测定结果(图1)表明,植稻期间耕层土壤的强度是逐渐增大的,并深受水浆管理的影响,在排水时土壤强度增大比灌水时快,烤田复水前土壤强度最高,复水后下降,但随着复水时间的延长而又增大。这与过去植稻期间土壤容重的观测结果是一致的(陈家坊等,1961;程云生,1962;程云生等,1963)。

过去的工作(程云生,1963)也曾指出,在田间测定土壤强度不仅可以了解土壤颗粒的垒结状况,也可说明水稻根系穿扎和密集的程度。我们曾在国营练湖农场的栗子土和油泥土的丰产田上,分别布置了不栽秧与栽秧的田间对比(面积各为二平方米),企图寻找水稻根系对土壤强度(十字板剪力仪法)的影响。据测定结果(图2),不论质地粘重的栗子土(粘质轻粘土)或质地较轻的油泥土(粗粉质中壤土),水稻根系都影响了强度因素的测定。

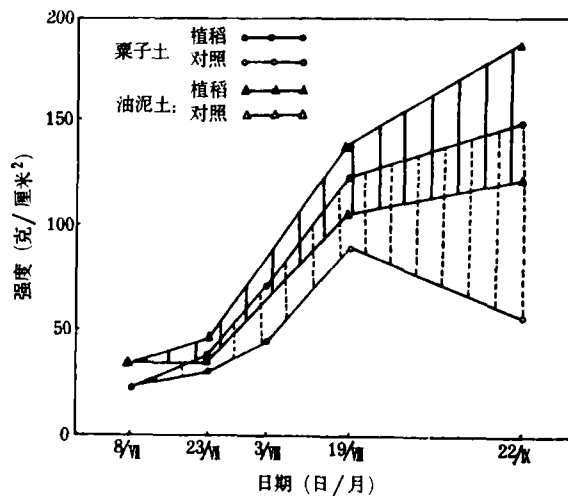


图2 田间水稻根系对土壤强度的影响(1964)

在渍水条件下,质地粘重的土壤强度比质地轻的土壤低(图2),可能是因为粗粉粒(0.05—0.01毫米)含量(栗子土为24.4%,油泥土为50.2%)不同而产生差异。土壤颗粒较粗摩擦力较大,因而土壤强度亦大。为了进一步说明这种关系,我们进行了颗粒组成不同的土壤的强度试验。

试验分别选取了武进漕桥的白土(质地为粗粉质重壤土,有机质1.60%)和栗子土作为试样。前者用静水沉降法反复提取<0.01毫米的颗粒,使其完全分出,再按下列比例配备试样,共分四组:Ⅰ—>0.01毫米颗粒,Ⅱ—>0.01和<0.01毫米颗粒按2:1比例配合,Ⅲ—>0.01和<0.01毫米颗粒按1:2比例配合,Ⅳ—<0.01毫米颗粒。栗子土亦按同样方法提取<0.001毫米的颗粒,并与>0.001毫米的颗粒配备制成粘粒(<0.001毫米)含量不同的五组:20%、25%、30%、35%和40%。上述试样分别加水饱和并保持2—3

厘米厚度的水层, 10 天后测定不同含水量条件下的土壤强度, 结果分别绘制成图 3 和图 4。

图 3 的结果说明土壤强度是随着物理性砂粒 (>0.01 毫米) 含量的增加而变大, 并随土壤含水量的增加而变小。不同粘粒 (<0.001 毫米) 含量的土壤强度也有同样趋势的变化, 不过在高含水量阶段的差异较小(图 4)。这说明土壤在相当高的含水量(饱和含水量的 70—75% 左右)以上, 土壤脱水所引起的强度变化是不大的, 而在此含水量范围以下, 土壤再行脱水, 土壤强度则急剧地增加, 这一点在合理掌握稻田的水浆管理上是相当重要的。

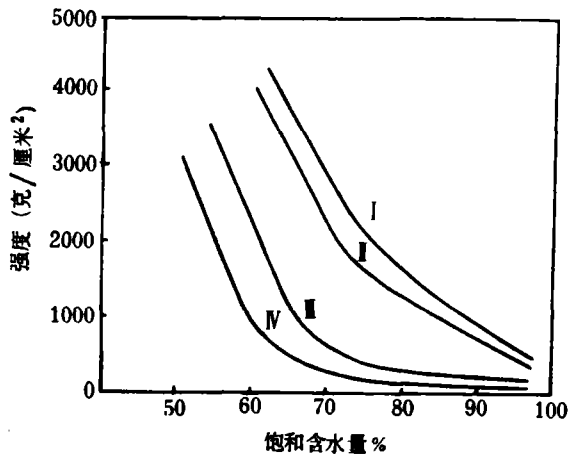


图 3 物理性粘粒(或砂粒)对土壤强度的影响(1963)

I—>0.01 毫米颗粒; II—>0.01 和 <0.01 毫米颗粒 (2:1 比例配合);  
III—>0.01 和 <0.01 毫米颗粒 (1:2 比例配合); IV—<0.01 毫米颗粒。

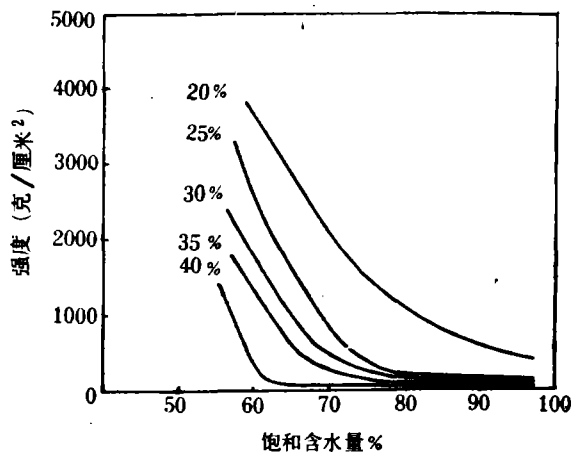


图 4 粘粒对土壤强度的影响(1964)

土壤中有机物质含量的多少也影响土壤强度的变化。这是看土施肥经常要遇到的问题;另外, 施用肥料的品种和数量也可影响水浆管理和土壤肥力的调节。为此, 我们曾对这个问题进行了室内试验。

供试土壤采自江宁县丘陵地区冲田底部的青泥土和埭田的小粉土的耕作层。青泥土的粘粒含量为 24.4%，质地属粗粉质重壤土，有机质 2.49%；小粉土的粘粒含量为 18.6%，质地属粗粉质中壤土，有机质 1.88%。

试样的处理是以每百克土（通过 1 毫米筛孔）计算，分别加入 0.2 克磨碎的紫云英或猪厩肥，在大型水槽中（25 × 25 × 100 立方厘米）充分拌匀后，逐渐加水饱和并保持 2—3 厘米厚度的水层。10 天后定期测定土壤的强度变化（十字板剪力仪，四次重复），试验历时 100 天。观测结果整理成图 5。

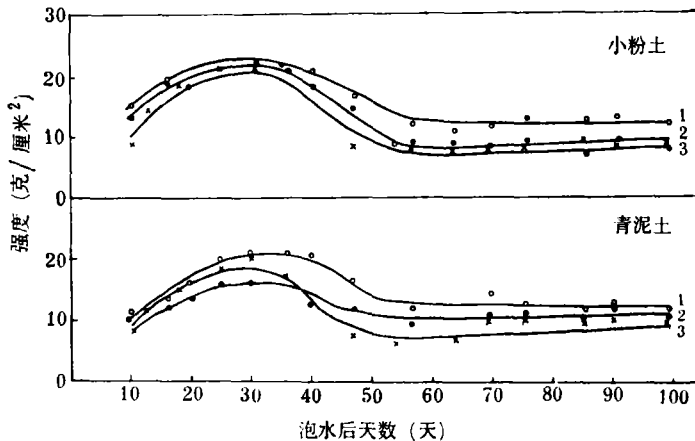


图 5 有机肥料对土壤强度的影响(1964)

小粉土：1—对照，平均含水量 59.8%；2—加紫云英，平均含水量 61.8%；  
3—加猪厩肥，平均含水量 58.1%。

青泥土：1—对照，平均含水量 59.9%；2—加紫云英，平均含水量 64.9%；  
3—加猪厩肥，平均含水量 59.6%。

从图 5 可以看出，两种土壤的各处理中，土壤强度随着泡水时间的变化趋势是一致的。它们的变化有明显的三个阶段，即泡水后一个月内土壤强度逐渐增大，而后又逐渐变小接近于泡水初期，两个月以后几乎没有变化。这种有规律的变化可能是磨细土经过泡水而逐渐沉实，并因水分子的引力而使土粒逐渐粘结，从而提高了土壤强度；以后随着水化作用促使土壤颗粒的水膜增厚，并加剧还原过程而使土粒充分分散，因而土壤的强度逐渐变小，以至最后几乎无变化。

从加入有机物质的结果可以看出，加入不同有机物质均能降低土壤的强度。有机物质经过微生物分解以后，最终产物中含有大量的气体（如二氧化碳、甲烷等），其运动可在一定程度上使土壤变软。同时，有机物质的分解加强还原过程的发展，有助于土壤变为烂软。看来，有机肥料的施用无疑与水稻高产土壤软硬度的变化，以及由此而引起的养分供应状况密切相关。

同样，两种质地不同的土壤，其强度的变化也有不同，质地较轻的小粉土（中壤土）比质地较粘的青泥土（重壤土）有着较高的土壤强度。

根据上述试验结果可以得出以下几点结论：

1. 水稻土的烂、软、板、硬这一动态过程可以用土壤强度来表示。但随着根系的密集

(水稻生长后期)对土壤强度的测定有明显影响。

2. 水稻土**的强度**深受土壤质地、水稻根系的生长和有机物质的含量及新加入的有机物质等因素的影响,而且质地比有机物质的作用更大一些。

3. 松散土壤灌水后,它的强度变化过程可以明显地分出增高、降低和平稳的三个阶段。

### 参 考 文 献

- 水利电力部办公厅图书编辑部编辑, 1962: 十字板剪力试验。土工试验操作规程, 192—195 页, 中国工业出版社。  
 陈家坊、程云生、刘芷宇, 1961: 陈永康的水稻高产措施和理论的初步总结。土壤, 8 期, 6—16。  
 恰波夫斯基 E. Г., 1954 (方黎等译, 1958): 土质学和土力学实验工作实习指导。76—77 页, 地质出版社。  
 程云生, 1962: 陈永康水稻高产经验中看土耕耙技术的初步研究。土壤通报, 4 期, 53—56。  
 程云生, 1965: 水稻土的软硬度对水稻分蘖期生长的影响。土壤学报, 13(4): 463—464。  
 程云生、赵国骅, 1963: 烤田作用的初步研究。土壤学报, 11(3): 275—285。  
 赵诚斋, 1963: 水稻土的物理机械性质与机械化耕作的关系。土壤学报, 11(1): 53—61。

## THE HARDNESS OF PADDY SOIL DURING RICE GROWTH AND ITS INFLUENCE EFFECTS

Cheng Yun-sheng, Lin Chang-ying, Yang Yuan-zhang and Xu Meng-xiong  
(*Nanjing Institute of Soil Science, Academia Sinica*)

### Summary

A puddling and soft cultivated layer of soil is always the favorable soil physical condition for the high yield rice in early growing stage, and after the middle stage of rice growth a more compact and hard soil condition is required for its better growth. The field study showed that the soil physical condition — puddling, softness, compact and hardness required by rice in different growing periods had its own characteristics. The hardness of paddy soil in relation to different soil texture, organic matter and rice roots was also studied. Results obtained denoted that the effect of soil texture on the soil hardness was more important than that of soil organic matter. A simulation test showed that when flooding after plough and harrow, the dynamic change of the soil hardness appeared firstly a high level, then decreased with the duration of submergence, and at last tended to a stable level.