

文章编号: 1000-5692(1999)02-0123-08

# 雷竹林地覆盖增温过程中土壤 化学性质的动态变化

姜培坤<sup>1</sup>, 徐秋芳<sup>1</sup>, 钱新标<sup>1</sup>, 张瑞华<sup>2</sup>, 杨飞峰<sup>3</sup>

(1. 浙江林学院资源与环境系, 浙江临安 311300; 2. 浙江省临安市林业局, 浙江临安 311300.

3. 浙江省诸暨市林业局, 浙江诸暨 311800)

**摘要:** 为了摸索覆盖物对雷竹地土壤养分变化的影响, 设立了不同覆盖材料对比试验。结果表明: ①稻草、稻草+砵糠、竹叶 3 种覆盖处理, 到试验的 50 d 土壤有机质、全氮含量开始明显减少。前 2 个处理这种减少趋势一直维持到试验结束。试验全过程中土壤有机质、全氮分别减少了  $7.28 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $9.55 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $0.50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $0.57 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。竹叶处理则到 100 d 有机质、全氮又分别上升。②土壤水解氮 3 种覆盖处理均在 50 d 达到峰值, 此后, 稻草和稻草+砵糠处理快速下降, 到 100 d 时分别只有 50 d 时的 57.68% 和 55.71%, 但竹叶处理到试验结束仍维持较高水平。③土壤盐基总量和 pH 值同步, 3 种处理均在试验的 75 d 达到高峰, 以后又重新回落。图 4 表 7 参 5

**关键词:** 雷竹; 覆盖; 土壤化学; 化学性质; 动态

**中图分类号:** S714.2      **文献标识码:** A

雷竹 (*Phyllostachys praecox*) 是近年来被筛选出的优良笋用竹种<sup>[1]</sup>。由于雷笋产量高, 味道鲜美, 因而深受农户的欢迎。目前雷竹栽种面积日益扩大, 许多雷竹地采用了冬季覆盖技术<sup>[2]</sup>, 使出笋时间大大提早, 给广大农户带来了很高的经济效益。但是, 随着雷竹的连年覆盖, 生产上出现了不同程度的竹林退化现象, 如竹鞭的提前死亡, 竹子开花增多, 病虫害严重等<sup>[3]</sup>。这些不良现象是否和覆盖材料以及它的分解给土壤造成的特殊后果有关呢? 本文分析了不同覆盖物覆盖过程中土壤化学性质的动态变化, 旨在在这方面作一些探讨。

收稿日期: 1998-09-07; 修回日期: 1998-11-12

基金项目: 浙江省教育委员会基金资助项目(97127)

作者简介: 姜培坤(1963-), 男, 浙江桐乡人, 副教授, 从事森林土壤研究。

# 1 样地与方法

试验地设在临安市郊大马村。该处雷竹林林龄 11 a, 已在 1995 年和 1996 年冬季连续覆盖 2 a, 以往竹林施肥、管理措施按常规方法进行<sup>[1]</sup>。1997 年 12 月份在竹林中选择土壤立地均匀的地块, 布置覆盖试验。覆盖处理设稻草、砻糠+稻草、竹叶共 3 种, 同时设不覆盖对照(ck)。试验只设 1 个重复。覆盖前从春天开始已分次给土壤施用尿素  $1\ 200\ \text{kg}\cdot\text{hm}^{-2}$ 。以后的管理措施按常规方法进行<sup>[1]</sup>, 各处理覆盖厚度均在 0.2~0.25 m。

试验布置好以后, 在每个处理中确定  $1\ \text{m}^2$  的固定采样区。从 1997 年 12 月 26 日开始每隔 25 d 在固定采样区内采集土样。本试验动态观察 100 d, 共采集了 5 次土样, 即从 1997 年 12 月 26 日至 1998 年 4 月 7 日。每次采样均采 0~25 cm 土层内样品。为减少分析误差, 每次采集到的土样均放入冰箱冷冻, 待样品采齐后一起处理、分析。土壤分析方法全部采用森林土壤国家标准方法<sup>[4]</sup>。

# 2 结果与分析

## 2.1 覆盖过程中土壤养分的动态分析

从表 1 和表 2 的各个处理土壤有机质、全氮含量动态分析来看, 试验 50 d 有机质、全氮含量开始出现明显的下降趋势。除了竹叶覆盖处理外, 这种下降趋势一直持续到试验结束的 100 d。整个试验过程中 ck、稻草、稻草+砻糠 3 种处理土壤有机质、全氮含量分别下降了  $2.21\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $7.28\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $9.55\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$  和  $0.19\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $0.50\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ,  $0.57\ \text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ 。土壤有机质减少说明了土壤中存在的有机质进行了明显的矿化。对照处理土壤有机质下降量很小, 说明由于没有地表覆盖物, 冬季温度很低, 土壤微生物活力不强, 因而矿化过程缓慢。而稻草和稻草+砻糠处理由于有了覆盖物, 使土壤温度升高<sup>[5]</sup>, 从而大大加剧了土壤的矿化过程, 结果是土壤有机质含量下降。另一方面, 覆盖处理由于温度较高, 使出笋时间大大提早, 从而在 2~3 月份就需要比对照更多的营养, 特别是氮营养。由于是提前出笋, 母竹和竹鞭贮藏的营养不能满足出笋的需要, 这时就需要土壤提供大量氮素来供应笋的生长。因而虽然矿化产生了许多可利用态氮, 但土壤的全氮含量还是下降的。特别是在 75 d 时(稻草和稻草+

表 1 覆盖过程中土壤有机质的动态变化

Table 1 Dynamic change of organic matter during covering

采样日期	各处理土壤有机质含量/ $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$			
	对照	稻草	稻草+砻糠	竹叶
1997-12-26	34.21	34.62	33.02	35.05
1998-01-21 (25 d)	34.13	34.80	32.13	34.51
1998-02-15 (50 d)	33.50	33.03	30.05	32.73
1998-03-12 (75 d)	32.72	31.55	30.56	32.80
1998-04-07 (100 d)	32.00	27.34	23.47	34.38

砉糠的处理), 由于竹笋对氮的大量需求, 使土壤的碳氮比(C/N)分别达到了 16.64 和 17.21 (表 3), 但随着微生物的不断繁衍, 矿化的进一步发展, 到 100 d 这 2 种处理土壤 C/N 又回复到较适合的范围。

表 2 覆盖过程中土壤全氮的动态变化

Table 2 Dynamic change of total nitrogen during covering

采样日期	各处理土壤全氮含量/ $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$			
	对照	稻 草	稻草+砉糠	竹 叶
1997-12-26	1.51	1.52	1.48	1.60
1998-01-21 (25 d)	1.42	1.46	1.47	1.56
1998-02-15 (50 d)	1.41	1.33	1.20	1.38
1998-03-12 (75 d)	1.33	1.10	1.03	1.36
1998-04-07 (100 d)	1.32	1.02	0.91	1.42

表 3 覆盖过程中土壤 C/N 的变化

Table 3 Dynamic change of rate of carbon to nitrogen during covering

采样日期	各处理土壤 C/N			
	对照	稻 草	稻草+砉糠	竹 叶
1997-12-26	13.14	13.21	12.94	12.71
1998-01-21 (25 d)	13.94	13.82	12.68	12.83
1998-02-15 (50 d)	13.78	14.40	14.52	13.76
1998-03-12 (75 d)	14.27	16.64	17.21	13.99
1998-04-07 (100 d)	14.06	15.55	14.96	14.04

表 4 覆盖过程中土壤水解氮的变化

Table 4 Dynamic change of hydrolyzable nitrogen during covering

采样日期	各处理土壤水解氮含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$			
	对照	稻 草	稻草+砉糠	竹 叶
1997-12-26	223.54	231.73	220.65	233.17
1998-01-21 (25 d)	220.50	223.45	219.35	230.44
1998-02-15 (50 d)	217.68	248.75	239.55	248.95
1998-03-12 (75 d)	221.35	228.96	208.60	219.37
1998-04-07 (100 d)	205.37	143.48	133.45	193.74

对照处理不仅有有机质含量下降幅度小, 土壤全氮也只减少了  $0.19 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。这是由于对照处理土壤温度低, 出笋时间较迟<sup>[5]</sup>, 对土壤氮素需求量没有稻草、稻草+砵糠 2 种处理高的缘故。这种不同处理土壤中氮素变化的规律性, 从表 4 的土壤水解氮状况可以看得更加清楚。表 4 中反映出稻草、稻草+砵糠及竹叶处理到试验的 50 d 土壤水解氮达到高峰。这个时间和前文所述的覆盖处理 50 d 开始出现明显的有机质矿化是相吻合的。矿化产生了许多可利用态氮, 土壤水解氮当然就升高。而从 75 d 开始直至试验结束的 100 d, 稻草和稻草+砵糠 2 种处理水解氮很快下降, 到 100 d 分别只有 50 d 时的 57.68% 和 55.71%。出现这种状况的原因前文已论及, 主要是由于覆盖使出笋提前, 从而消耗了土壤许多氮素。这里也不难发现由于稻草和砵糠 C/N 较高 (分别是 70.0 和 36.0), 在覆盖过程中难于分解, 一直到 4 月上旬也未见这 2 种覆盖物彻底分解而补充给了土壤有机质的迹象。这也启示我们雷竹地冬季覆盖增温更多并不是完全靠覆盖物分解过程产生的热量来增温, 特别在 1~2 月份更多的是靠覆盖物阻隔了冷空气侵入土壤, 使土壤保温。

值得一提的是竹叶覆盖处理不同于稻草和稻草+砵糠 2 种处理。从试验全过程来看, 竹叶处理的林地土壤有机质、全氮含量在试验的 50 d 和 75 d 虽有一定程度下降, 但到 100 d 又都重新上升, 特别是有机质含量 100 d 时达到  $34.38 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 和试验开始只差  $0.67 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。并且在试验的 75 d 也不像另外 2 种覆盖处理那样出现高 C/N 情况。另外, 土壤水解氮虽然也在试验 75 d 开始有下降趋势, 但没有稻草和稻草+砵糠处理那样剧烈。说明由于竹叶的 C/N 较低 (20.5), 故在覆盖过程中特别是在 3 月下旬至 4 月上旬大量分解。竹叶分解的结果是补充了土壤有机质和土壤氮素, 使土壤养分不致于耗竭。因而竹叶作为覆盖物优于稻草和砵糠。

再从表 5 的土壤有效磷变化来看, 稻草和稻草+砵糠 2 种处理到 4 月上旬由于竹笋的大量吸收而使有效磷含量明显下降, 但下降幅度没有水解氮剧烈, 说明了雷笋对磷的需求没有氮的多。所不同的是竹叶处理由于后期竹叶的分解同样补充了土壤磷营养, 所以虽雷笋的吸收, 土壤有效磷还是有增无减。

表 5 覆盖过程中土壤有效磷的动态变化

Table 5 Dynamic change of available phosphate during covering

采样日期	各处理土壤有效磷含量/ $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$			
	对照	稻草	稻草+砵糠	竹叶
1997-12-26	51.38	52.10	49.38	50.89
1998-01-21 (25 d)	52.64	53.01	52.35	51.66
1998-02-15 (50 d)	51.77	53.84	51.69	52.74
1998-03-12 (75 d)	50.68	51.92	50.68	55.37
1998-04-07 (100 d)	49.89	45.99	45.27	56.24

## 2.2 覆盖过程中土壤酸度和交换盐基离子动态分析

从图 1~4 可以看出, 在试验全过程中不覆盖处理土壤交换性  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  的

量几乎无波动, 只是到后期由于雷笋吸收而稍稍减少。3 种覆盖处理土壤的交换性  $K^+$  和  $Mg^{2+}$  均是在 75 d 出现峰值, 说明此时覆盖物虽未大量分解, 但已有许多盐基离子从覆盖物中分离, 其中竹叶中  $K^+$  离子分离出更早, 在 50 d 已有明显增加, 但交换性  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  在试验 100 d 又明显降低, 说明雷笋对  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  的需求较多。和交换性  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  不同是交换性  $Na^+$  和  $Ca^{2+}$  越到后期含量越高, 说明了这 2 种离子较迟从覆盖物中脱离出来。

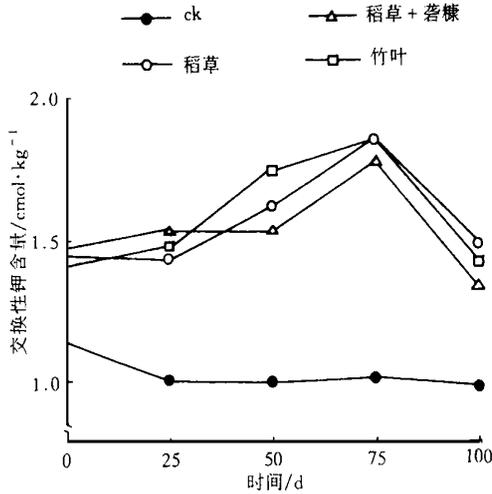


图 1 土壤交换性钾的动态变化

Figure 1 Dynamic changes of exchangeable potassium in soil

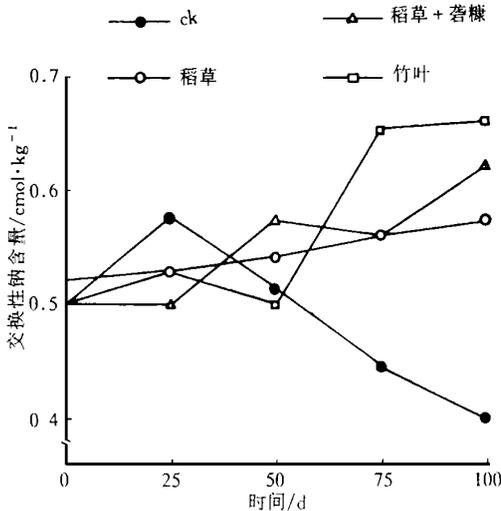


图 2 土壤交换性钠的动态变化

Figure 2 Dynamic changes of exchangeable sodium in soil

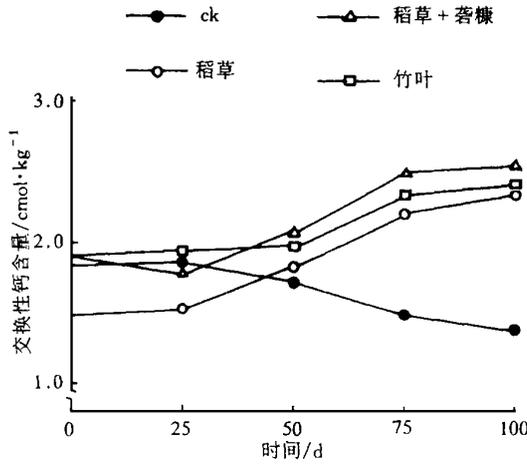


图3 土壤交换性钙的动态变化

Figure 3 Dynamic changes of exchangeable calcium in soil

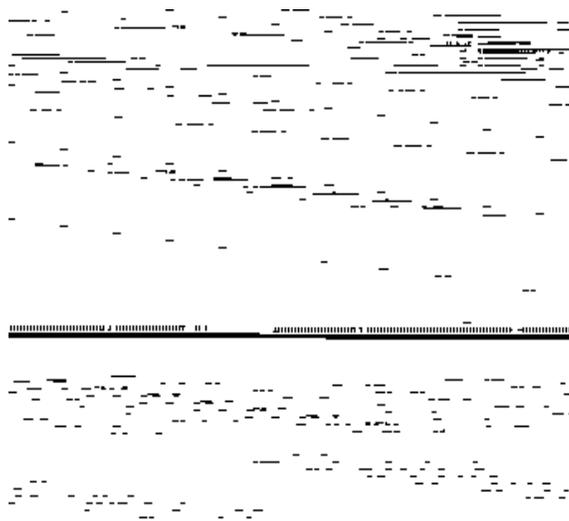


图4 土壤交换性镁的动态变化

Figure 4 Dynamic changes of exchangeable magnesium in soil

再从试验过程中土壤的 pH 变化来看 (表 6), 对照处理整个试验中保持平稳。而 3 种覆盖处理均在试验的 50 d 土壤 pH 开始上升, 到 75 d 达到峰值, 100 d 时 pH 又有回落。出现这种规律和土壤交换性盐基离子分不开。试验的 75 d 正是覆盖物大量释放盐基的时候。盐基离子增加必使土壤盐基饱和度增大, 土壤 pH 自然就会上升。对照表 7 盐基总量的变化规律, 这一点就会看得更加清楚, 75 d 时 3 种覆盖处理稻草、稻草+苍糠和竹叶的土壤盐基总量分别达到了  $6.60 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $7.02 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$  和  $7.36 \text{ cmol} \cdot \text{kg}^{-1}$ , 是试验开始时的 1.22 倍、1.23 倍和 1.37 倍。试验的进行到 100 d, 由于雷笋对盐基的吸收使土壤盐基总量又降低, 此时 pH

表 6 覆盖过程中土壤 pH 的动态变化

Table 6 Dynamic change of pH value during covering

采样日期	各处理土壤 pH 值			
	对照	稻 草	稻草+ 砉糠	竹 叶
1997-12-26	4.83	4.75	4.85	4.69
1998-01-21 (25 d)	4.75	5.01	4.93	4.83
1998-02-15 (50 d)	4.81	5.03	5.13	5.05
1998-03-12 (75 d)	4.84	5.56	5.49	5.95
1998-04-07 (100 d)	4.95	4.93	5.03	5.10

也相应比 75 d 时降低了 0.65, 0.46 和 0.85。因而土壤 pH 的高低和盐基离子多少密切相关。

表 7 覆盖过程中盐基总量的动态变化

Table 7 Dynamic change of total exchangeable base during covering

采样日期	各处理土壤盐基总量/ $\text{cmol}^+ \text{kg}^{-1}$			
	对照	稻 草	稻草+ 砉糠	竹 叶
1997-12-26	5.08	5.39	5.69	5.36
1998-01-21 (25 d)	4.99	5.39	6.05	5.59
1998-02-15 (50 d)	4.88	5.72	5.95	5.99
1998-03-12 (75 d)	4.53	6.60	7.02	7.36
1998-04-07 (100 d)	4.89	6.29	6.09	6.44

### 3 讨论

以往的观点认为, 雷竹冬季覆盖土壤温度升高是由于覆盖物被微生物彻底分解产生了许多热量所致。从本试验来看, 到 4 月上旬稻草和砉糠仍未进入明显的分解期; 竹叶处理也只有下部物料彻底分解。因而笔者认为: 雷竹地覆盖增温特别是最冷的 1~2 月份主要是依靠了覆盖材料隔离寒冷空气而保持了土壤温度, 只有进入 3~4 月份, 覆盖物才开始大量分解, 而 3 月下旬至 4 月上旬气温已较高, 雷笋已丰收, 此时如揭去覆盖物对雷笋生产无太大的影响。由于稻草和砉糠碳氮比很高, 如任其在地表完全腐烂必将对土壤许多性质及竹鞭产生不良影响。因而 4 月上旬应及时揭去覆盖物, 尤其是稻草、砉糠等。在生产上许多农户保持高碳氮比覆盖物至 4 月中下旬甚至更迟, 这是雷竹地退化的重要原因。更有的农户认为雷竹地土壤一年来消耗了大量营养, 是否通过少揭去或不揭去覆盖物来补充有机质, 这样做将对土壤产生恶劣的影响。补充土壤有机质应选择一些碳氮比适中的肥料如人粪尿等, 也可施用一些腐熟的猪牛栏肥。这是生产上所必须重视的。

从上面分析不难看出,在春季特别是温度回升早的年份,在不严重影响雷笋产量的前提下,应尽早揭去覆盖物料。这样可尽量减少由于覆盖物的不良分解而带来的林地退化。

致谢 邹琴同志在该试验中做了大量内业分析工作,表示谢意。

### 参考文献:

- 1 汪祖潭,方伟,何钧潮等.雷竹笋用林高产高效栽培技术[M].北京:中国林业出版社,1995.5~30.
- 2 方伟,何均潮,卢学可等.雷竹早产高效栽培技术[J].浙江林学院学报,1994,11(2):121~128.
- 3 周国模,金爱武,郑炳松等.雷竹保护地栽培林分立竹结构的初步研究[J].浙江林学院学报,1998,15(2):111~115.
- 4 中华人民共和国国家标准局.森林土壤分析方法:第3分册,森林土壤养分分析[S].北京:中国标准出版社,1987.
- 5 胡超宗,金爱武,郦章顺等.早竹保护地栽培覆盖材料的研究[J].浙江林学院学报,1996,13(1):5~9.

## Dynamic changes of chemical properties of warmer soil covered with different organic materials in *Phyllostachy praecox* forests

JIANG Pei-kun<sup>1</sup>, XU Qiu-fang<sup>1</sup>, QIAN Xin-biao<sup>1</sup>, ZHANG Rui-hua<sup>2</sup>, YANG Fei-feng<sup>3</sup>

(1. Department of Resources and Environment, Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, China; 2. Forest Enterprise of Lin'an City, Lin'an 311300, Zhejiang, China; 3. Forest Enterprise of Zhuji City, Zhuji 311800, Zhejiang, China)

**Abstract:** After analysing dynamic changes of chemical properties of soil covered with rice straw, rice straw plus rice chaff and bamboo leaves (treatment No. 1, No. 2, and No. 3 respectively) in *Phyllostachy praecox* forests, three points were concluded. ①By the day 50, contents of soil organic matter and total nitrogen had begun to reduce obviously. The first two treatments remained this trend until the end of experiment (the total-reduced-values of two contents were  $7.28 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$   $9.55 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  and  $0.50 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ,  $0.57 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  respectively). The two contents of the third treatment, however, increased again by the end of the experiment. ②The peak value of hydrolyzable nitrogen in three treatments appeared on the day 50, afterwards, the value began to decrease with day rapidly in the first two treatment (only 57.68% and 55.71% compared with the peak value at the end of the experiment). The hydrolyzable value of third treatment decreased slowly. ③Contents of exchangeable base and pH value in three treatments appeared the same dynamic trends. After the peak value on the day 75, they went down again.

**Key words:** *Phyllostachys praecox*; soil chemistry; chemical properties; kinetic state