

浙北不同森林类型调温调湿 效应的异同性*

陈国瑞 叶林 王伟 俞益武 李天佑

(浙江林学院, 临安 311300) (安吉县林业局)

摘要 常绿阔叶林和落叶阔叶林在夏天对林内近地层温度和湿度的调节趋势基本一致, 常绿阔叶林的降温、增湿效应比落叶阔叶林更为显著。在春秋两季, 常绿阔叶林具有降温、增湿效应; 落叶阔叶林却有降温、降温性能。在冬季, 常绿阔叶林对林地温度具有一定的增温作用, 并主要体现在夜间, 同时对林内近地层空气具有一定的增湿效应; 落叶阔叶林却反映出增温、降温作用, 而其增温性能主要体现在白天。

关键词 常绿阔叶林; 落叶阔叶林; 调节效应; 温度; 湿度; 浙北
中图分类号 S716

随着林业生产的迅速发展, 如何充分开发、合理利用森林小气候资源的课题已日益引起人们的关注。探索不同林分特征条件下的森林小气候特点, 对提高林地生产力和发挥生态效益都具有一定的现实意义。森林对林内温度和湿度的调节效应不仅受纬度、季节、大气透明度、地形等条件的影响, 而且也因林分密度、郁闭度、林龄、林木状况等林分特征的差异而变化^[1]。本文作者曾对莫干山毛竹林对林内近地层温度和湿度分布的影响有过研究, 探讨了毛竹林的小气候效应与大气透明度之间的关系, 以及毛竹林的小气候效应随季节、时次变化的特征^[2]。本文试图从评述天然常绿阔叶林和人工落叶阔叶林对林内近地层温度和湿度调节效应的异同性着手, 探讨林分特征与小气候效应之间的关系。

1 对比观测的方法及观测点概况

1.1 对比观测的方法

分别在天然常绿阔叶林(以下简称常绿林)区和人工落叶阔叶林(以下简称落叶林)区的林内, 以及与它们相对应的同海拔高度、同坡向坡度的林外或林中空旷地设立气象观测点, 对各林区的主要气象要素进行同步观测。4个观测点都配备了常规气象仪器, 不同之处仅在常绿林区安装了百叶箱, 采用干湿球温度表, 而在落叶林区所用的是通风干湿表。观测、统计方法严格按照《地面气象观测规范》^[3]的规定进行, 每天观测3次, 即8:00、14:00和20:00,

收稿日期: 1994-01-27

*浙江省自然科学基金资助项目

连续观测12个月。常绿林区：1991年1月1日至12月31日；落叶林区：1991年4月1日至1992年3月31日。为了叙述和对比分析方便，常绿林区和落叶林区的气象要素值，都以林内与林外的差值表示。

1.2 观测点的概况

1.2.1 常绿林区 林内观测点设在杭州灵隐韬光寺(30°14' N, 120°06' E)附近以木荷(*Schima superba*)、米槠(*Castanopsis carlesii*)为主的常绿林内。海拔160m，朝北小山坡，坡度35°。树龄32~39 a，平均树高9.0~10.0m，郁闭度为0.85。林外对比观测点设在附近的林中空地，四周无林地面积约为2500 m²，其中有寺庙建筑。两者相距150m。

1.2.2 落叶林区 林内观测点设在安吉县灵峰寺林场刘家塘分场(30°34' N, 119°36' E)的吴茱萸(*Evodia rutaecarpa*)林内。海拔高度为110m，地势平坦。吴茱萸林面积为6.7 hm²，植株密度为4 m × 5 m，林龄4 a，树高3.0~4.0m，4月中旬开始生长枝叶，旺盛生长期最大郁闭度为0.85，11月中旬开始落叶。对比观测点设在林外空旷地，其四周无林地面积约为3500m²。两者相距70m。

2 调温效应的异同性

2.1 年平均温度差值的异同点

图1为常绿林和落叶林的年平均温度差值随高度的变化曲线。从中可见：就年平均温度而言，两种林分都具有一致的降温效应，且降温幅度都以地表温度最为明显，地中温度次之，气温最小。两者的明显差异表现在，常绿林的降温幅度比落叶林的更为明显。

2.2 月平均温度差值的异同点

图2为常绿林和落叶林区的地表、地中(10 cm)、空气月平均温度差值的变化曲线。从中可见：地表和地中(10 cm)月平均温度差值的变化趋势基本一致。在冬季，常绿林对地表和地中平均温度有一定的增温效应，而落叶林的增温效应十分微弱；在其他季节两者都反映出一致的降温效应，且都以盛夏的降温效应最为明显，降温的幅度常绿林明显大于落叶林。降温最大值常绿林出现在7月，而落叶林出现在8月。从月平均气温差值的变化曲线，可以看出：常绿林对林内各月的平均气温都具有一定的降温效应；落叶林对林内5~11月的平均气温具有降温效应，而12~4月反映出微弱的增温效应；两者的降温效应都以盛夏季节最为明显。

实测资料表明：常绿林和落叶林都具有降低温度年较差的效应。常绿林中地表、地中10 cm温度和气温的年较差分别比林中空地下降7.5℃、6.0℃和0.4℃，落叶林中地表、地中10 cm温度和气温的年较差分别比林外下降4.0℃、2.5℃和0.2℃。

2.3 年极端温度差值的异同点

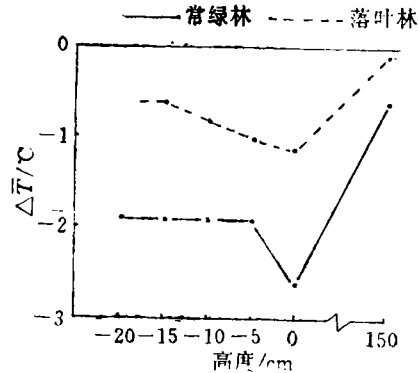


图1 年平均温度差值($\bar{T}_{林内} - \bar{T}_{林外}$)随高度的变化曲线

Fig. 1 Changes of annual average temperature differences ($\bar{T}_{in} - \bar{T}_{out}$) with the high

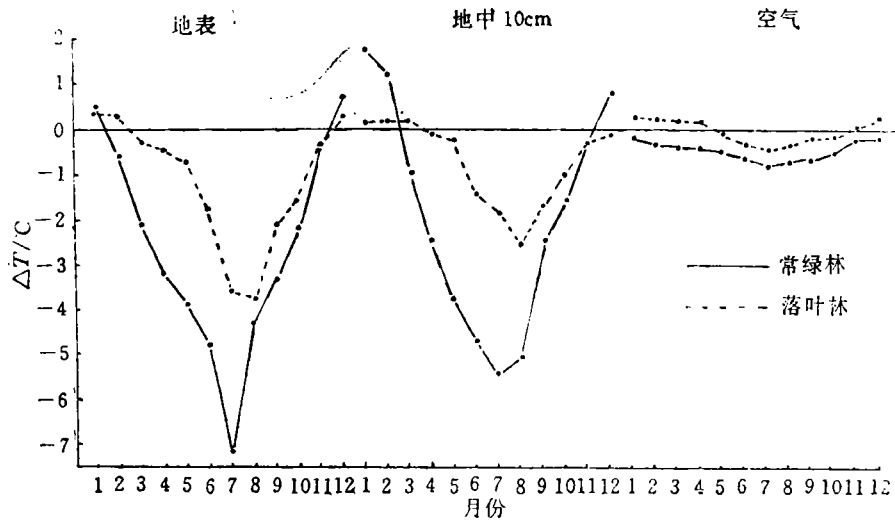


图2 月平均温度差值($\bar{T}_{林内} - \bar{T}_{林外}$)变化曲线

Fig. 2 Changes of monthly average temperature differences ($\bar{T}_{in} - \bar{T}_{out}$)

表1的最右方列出了常绿林和落叶林的年极端温度差值。从中可得：常绿林中地表和空气的年极端最高温度分别比林中空地低27.9℃和1.0℃；林内地表和空气的年极端最低温度分别比林中空地高2.4℃和1.0℃。落叶林中地表和空气的年极端最高温度分别比林外低21.6℃和2.8℃；但与常绿林相反，林内地表和空气的年极端最低温度分别比林外低1.7℃和1.2℃。

2.4 月极端温度差值的异同点

表1列出了常绿林和落叶林区月平均最高、月平均最低、月极端最高和月极端最低温度的差值。略加比较就可发现：常绿林区的地表月平均最高和月极端最高温度差值全年平均为负值，且以夏季降温最为显著，7月份的平均最高温度差值为-20.9℃，极端最高温度差值高达-33.0℃。落叶林对地表月平均最高和月极端最高温度的调温效应，在夏季与常绿林相一致，但降温幅度比常绿林小；在冬季具有提高林内地表月平均最高和月极端最高温度的效应。常绿林和落叶林对林内月平均最高气温和月极端最高气温的影响，反映出一致的降温效应；但降温幅度在盛夏落叶林大于常绿林，在冬季常绿林大于落叶林。两者对林内地表月平均最低和月极端最低温度的调节效应是：常绿林在盛夏具有一定的降温效应，在其他季节有较明显的增温效应；而落叶林的调温特征正好相反，在夏季具有增温效应，冬季却反映出降温性能。对月平均最低气温和月极端最低气温的调节效应为：常绿林在全年都反映出一致的增温作用；而落叶林在夏季具有一定的增温特性，冬季却反映出较明显的降温效应。

查算表1中的年平均栏即可发现：常绿林和落叶林都具有降低年平均日较差(年平均最高温度与年平均最低温度之差)的效应，常绿林使林内地表温度和气温的年平均日较差分别比林中空地低12.0℃和1.4℃；落叶林使林内地表温度和气温的年平均日较差分别比林外低4.0℃和0.4℃。

2.5 各季(代表月)平均温度差值时次变化的异同点

表 1 各月平均最高(低)和极端最高(低)温度差值(°C)

Table 1 Differences of average maximum (minimum) temperature and extreme maximum (minimum) temperature in each month

温度项目	林分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均 (年极值)
平均最高	常绿	-4.0	-2.7	-10.6	-10.6	-13.9	-15.4	-20.9	-15.5	8.2	-11.7	-9.2	-6.8	-10.8
	落叶	2.4	2.8	1.0	0.5	-4.0	-6.7	-11.6	-13.9	-7.9	-8.4	-0.6	2.0	-3.7
极端最高	常绿	-4.5	-7.7	-17.0	-16.5	-24.1	-28.5	-33.0	-23.9	-22.2	-15.9	-15.3	-4.2	-17.7 (-27.9)
	落叶	3.4	3.5	0.0	-3.0	-10.9	-13.9	-22.1	-21.2	-15.6	-12.0	-2.0	4.2	-7.5 (-21.6)
平均最低	常绿	2.5	2.1	1.9	1.5	0.3	-1.1	-0.6	-0.8	-0.3	1.6	3.2	3.8	1.2
	落叶	-0.8	-1.0	-0.1	0.3	1.2	1.7	0.9	0.6	0.4	1.0	0.6	-0.8	0.3
极端最低	常绿	1.0	1.5	2.7	2.6	1.6	0.8	-0.9	-1.0	1.2	4.2	4.8	4.6	1.9 (2.4)
	落叶	-2.0	-3.3	-0.3	-0.1	1.4	3.1	0.1	0.9	0.5	1.6	-1.2	-1.7	-0.1 (-1.7)
平均最高	常绿	-0.7	-0.7	-1.4	-0.9	-1.5	-0.9	-1.1	-0.8	-0.9	-0.6	-0.8	-1.2	-1.0
	落叶	-0.2	-0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.6	-1.5	-1.2	-1.1	-1.2	-0.2	-0.4	-0.6
极端最高	常绿	-2.2	-0.4	-1.4	-0.5	-0.5	-0.8	-1.0	-1.5	1.0	-1.1	-1.7	-2.6	-1.2 (-1.0)
	落叶	-0.2	-0.1	-0.1	-0.3	-2.7	-1.9	-2.8	-2.8	-1.3	-0.9	-0.2	-0.4	-1.1 (-2.8)
平均最低	常绿	0.2	0.2	0.2	0.1	0.2	0.4	0.2	0.5	0.5	0.4	0.2	0.8	0.4
	落叶	-1.3	-1.5	-1.1	0.0	1.1	0.2	1.3	0.5	0.3	0.0	-0.1	-1.1	-0.2
极端最低	常绿	0.2	0.3	0.2	0.8	0.6	0.5	0.6	0.5	0.7	0.2	0.5	1.0	0.5 (1.0)
	落叶	-1.7	-1.9	-1.4	-0.4	0.4	0.3	2.8	0.4	1.0	-1.7	-2.5	-1.2	-0.5 (-1.2)

地表温度

空气温度

图3所描绘的是各个季节(代表月)平均温度差值随时次的变化曲线。从中可见：在春季(4月)，常绿林对夜间(2:00和20:00)的气温反映出增温效应外，其他全天都为降温效应；而落叶林对2:00的地表、地中、空气温度都有微弱的增温效应；两者的降温幅度都以14:00最为明显，且常绿林的降温值明显比落叶林的大。在夏季(7月)，常绿林和落叶林不同层次平均温度差值随时次变化的趋势基本一致，全天均为降温效应，也以14:00反映最为显著，常绿林和落叶林对林内地表的平均降温幅度分别高达17.8℃和9.6℃。在秋季(10月)，两者对林内地表夜间(2:00和20:00)温度和2:00的气温具有一定的增温效应外，其他的平均温度差值均在0线以下，同样降温幅度都以14:00为明显，常绿林的降温值比落叶林的大。在冬季(1月)，常绿林对林内14:00的地表温度和8:00、14:00的气温有降温作用外，其他均反映出增温效应；落叶林对林内2:00各层次的温度和20:00的气温具有降温性能外，其他均为增温效应，且以午后14:00为明显；从图3冬季(1月)曲线中可以看出，常绿林和落叶林的调温效应在日变化中是反位相的。

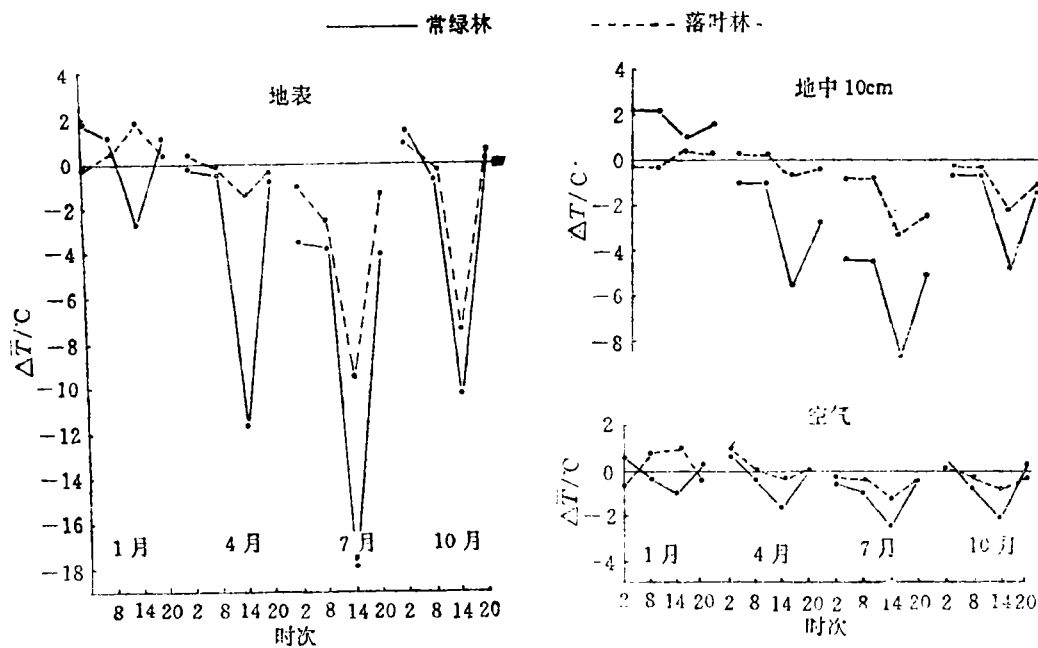


图3 各季(代表月)平均温度差值($\bar{T}_{林内} - \bar{T}_{林外}$)随时次的变化曲线

Fig. 3 Changes of average temperature differences ($\bar{T}_{in} - \bar{T}_{out}$) with time in each season

3 调湿效应的异同性

3.1 年平均温度差值的异同点

从表2中所列的年平均湿度差值可知：常绿林中近地层空气的绝对湿度和相对湿度都比林中空地高；而落叶林却反映出降湿效应。

3.2 平均温度差值季节变化特征的异同点

查阅表2和图4就可发现：常绿林和落叶林的调湿效应都随季节、月份而变化，且两者

表 2 各月平均湿度差值

Table 2 Differences of monthly average humidity

湿度项目	林分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年平均
绝对湿度/hpa	常绿林	0.3	0.4	0.4	0.5	1.1	1.4	1.2	0.8	0.4	0.4	0.3	0.1	0.6
	落叶林	-0.4	-0.6	-0.3	-0.1	-0.3	0.2	0.7	0.5	0.1	-0.4	-0.6	-0.5	-0.1
相对湿度/%	常绿林	3	3	5	4	6	7	5	6	7	5	4	4	5
	落叶林	-6	-8	-4	-2	-1	1	3	3	1	-1	-3	-4	-2

的变化存在着明显的差异。常绿林对林内近地层空气的绝对湿度和相对湿度全年各月都反映为增湿效应，其中以夏季最为明显。落叶林在6~9月同样反映出增湿效应，但增湿幅度比常绿林要小，其他月份均具有降湿效应，降湿幅度以冬季最为明显。

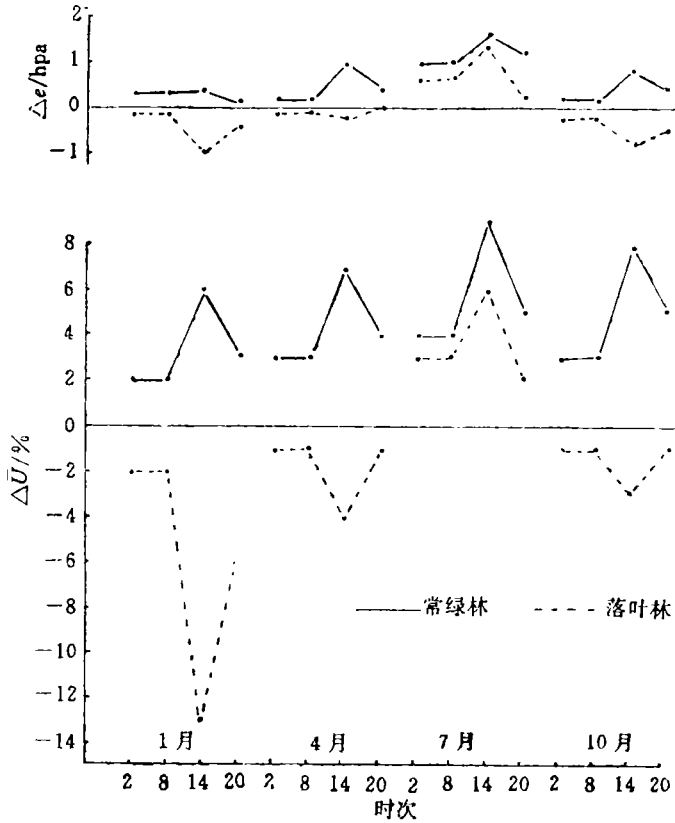


图 4 各季(代表月)平均湿度差值($\bar{e}_{林内} - \bar{e}_{林外}$, $\bar{u}_{林内} - \bar{u}_{林外}$)的时次变化曲线

Fig. 4 Changes of average humidity differences ($\bar{e}_{in} - \bar{e}_{out}$, $\bar{u}_{in} - \bar{u}_{out}$) with the time in each season

3.3 各季(代表月)平均湿度差值时次变化特征的异同点

由图 4 可见，在夏季(7月)，虽常绿林和落叶林的调湿趋势基本一致，全天呈现为增湿效应，且以14:00的增湿作用最为明显，但常绿林的增湿幅度比落叶林的大。在其他季节中，常

绿林都反映为全天的增湿效应, 也以14:00的增湿幅度为大, 但落叶林在4个时次中均反映为降湿效应, 降湿作用以14:00为明显, 其中冬季的14:00降湿作用尤为显著。

4 结论和产生异同性的主要成因简析

4.1 结论

综上所述, 常绿林和落叶林对林内近地层温度和湿度调节效应的异同性主要体现在以下几个方面:

4.1.1 在夏季, 常绿林和落叶林都具有明显的降温、增湿效应, 但常绿林的降温、增湿功能比落叶林更为显著。

4.1.2 在春、秋两季, 常绿林具有较明显的降温、增湿效应, 而落叶林却有降温、降湿效应。

4.1.3 在冬季, 常绿林具有增温、增湿效应, 其增温作用主要体现在夜间, 落叶林为增温、降湿效应, 其增温作用主要体现在白天。

4.1.4 常绿林和落叶林都具有降低温度年较差和日较差的功能。此功能常绿林比落叶林更为明显。

4.2 产生差异的主要成因简析

本文的主要目的在于揭示常绿林和落叶林对林内近地层温度和湿度调节效应的差异事实。有关其成因涉及到森林小气候的系统理论和森林作用层的热量和水分平衡原理, 由于篇幅有限, 在此不可能作详尽分析, 只能就两者差异的主要成因作简略讨论。由于常绿林的林冠作用层比落叶林深厚, 加上常绿林内灌木层的作用, 所以在夏季常绿林对入射林地的太阳辐射的减弱作用比落叶林强得多, 同理常绿林对林内近地层水汽向外扩散的阻挡性能也比落叶林明显。这就是夏季常绿林的降温、增湿效应比落叶林显著的主导因子。在春秋两季, 常绿林的降温、增湿和落叶林的降温原理与夏季相同, 落叶林的林冠作用层远不及常绿林深厚, 其森林作用层蒸腾和蒸发的水汽易向林冠以上大气层散发, 也因落叶林(特别是人工经济林)根系发达, 强烈吸收林地水分, 导致林地相对干燥, 这是导致落叶林降湿效应的原因之一, 但导致落叶林在春、秋两季降湿效应的其他原因还有待今后进一步探讨。在冬季, 常绿林的增温效应(夜间尤为明显)是由于深厚的林冠作用层减弱和阻挡了林地的长波有效辐射而导致的, 其增湿作用的机制与上述相同, 但落叶林的树叶已完全脱落, 其主要作用面已在林地, 林冠层只保持一个次要作用面, 就因次要作用面的存在, 白天的林内气温比林外的高, 从而也导致林内空气乱流强度大于林外, 林内近地层水汽容易扩散, 造成林内的绝对湿度和相对湿度都低于林外。在夜间, 也因有次要作用面的存在, 相当于增加了一个冷却面, 导致林内气温低于林外。同理, 夜间在次要作用面上产生了水汽凝结现象——霜或露, 降低了林内水汽的含量, 从而导致林内的湿度略低于林外。

5 建议

从本文的结论中可知: 常绿阔叶林在林内近地层的调温、调湿效应要比落叶阔叶林显著

得多。从保护环境、调节气候和提高生态效益的观点出发,对现有的天然常绿阔叶林应采取有力措施严加保护,并有计划地扩大常绿阔叶林的造林面积。

本文也从一个侧面说明了不同林分特征具有不同的森林小气候效应。人工落叶阔叶林在冬季夜间具有降低林内近地层温度性能的事实就是其中的一例。不能认为所有的森林在冬季夜间都具有保温功能,因此在人工落叶阔叶林中推广套种措施时,应选择耐寒作物。只有合理开发和利用森林小气候资源,才能得到预期的经济效益,提高林地生产力。

致谢 本文承蒙杭州大学周子康先生,浙江林学院陈冬基、林华刚先生的指导;浙江林学院毕业生陈山林、吴建人、黄井伟、杨飞峰同学,安吉县林业局邓锦生、章芬娥、严晓芬先生参加了观测工作。在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 北京林业大学主编. 气象学. 北京: 中国林业出版社, 1978. 154
- 2 陈国瑞, 樊厚德, 周忠明. 莫干山毛竹林对林内近地层温度和湿度分布的影响. 浙江林学院学报, 1992, 9(3): 325~329
- 3 国家气象局编. 地面气象观测规范. 北京: 气象出版社, 1979

Chen Guorui (Zhejiang Forestry College, Lin'an 311300, PRC), Ye Lin, Wang Wei, Yu Yiwu, and Li Tianyou. Regulation Effects of Two Kinds of Forests in Northern Zhejiang on Temperature and Humidity. *J Zhejiang For Coll*, 1993, 11(2): 143~150

Abstract: The changes of temperature and humidity have the same tendency on the whole in broadleaved evergreen forest and broadleaved deciduous forest in summer. Compared with the broadleaved deciduous forest, the broadleaved evergreen forest obviously has better effects of decreasing temperature and increasing humidity. In spring and autumn, temperature goes down and humidity goes up in the broadleaved evergreen forest, while in the broadleaved deciduous forest both temperature and humidity go down. In winter, the broadleaved evergreen forest results in a definite increase of soil temperature which occurs mainly at night and an increase of humidity in ground layer. While in the broadleaved deciduous forest, humidity drops and temperature rises mainly at daytime.

Key words: broadleaved evergreen forest; broadleaved deciduous forest; regulation effect; temperature; humidity; northern Zhejiang