

热带毁林后的水热平衡变化

王 效 瑞

森林不仅是木材和林产品资源，也是环境资源，它在保持自然生态平衡中起主导作用。热带森林是在特定的生态环境中形成的，是自然界长期演化的产物。就其生态结构与功能而言，是任何其它植被所不能代替的。然而不幸的是，随着社会的生产活动、盲目采伐利用，热带森林面积大为减少。仅占我国国土面积百分之五的云南、广东、广西、台湾及西藏的热带地区的热带森林，因人为破坏，其面积也在锐减。如海南岛1950年有森林面积1295万亩，1970年减为396万亩；西双版纳由1950年的1380万亩，减至1979年的700多万亩。相应地，森林生态环境也在失去平衡。例如，西双版纳大勐龙地区和景洪地区近年来雾日数比1950年减少29%，相对湿度分别降低4%和8%。

一、森林与气候间的反馈

对森林实行的修剪、疏伐或者皆伐等措施，会使林地上的太阳辐射、气流运动、径流、以及林冠的降水截留、蒸散、波恩比、布迪科比等气候要素发生变化。净辐射、感热和潜热通量降低，温度的垂直梯度和土壤热通量增加。整个林区的保水抗洪能力受到影响。应指出，上述对森林实行的措施以及采伐迹地的造林只是有林面积上的一部分，所以要想观

测到森林与气候间的真正反馈是困难的。

对于小气候、中气候以及全球气候而言，森林皆伐是人类土地利用中的最有效的变化。在过去，人类主要在温带和亚热带地区使全球森林面积缩小，而现在却在热带区域。由于毁林改耕，或荒地土壤的侵蚀，地表的能量和水分循环发生变化。如表1所示，从森林覆盖紧密的热带雨林到裸露土壤，太阳净辐射和潜热通量依次降低，反射率和感热通量则依次增加。

Flohn认为，4—5千年以前，欧洲中部的森林覆盖率为90%，但现在约为30%。这种变化，使净辐射降低12%，蒸发减少23%，气温上升21%。因为蒸发较低，径流增加，波恩比从0.36增加到0.57。对于土地利用而言，感热与潜热之比，即波恩比(H/L)是非常敏感的。能量与水分循环间的关系说明，皆伐森林或土壤裸露会引起严重干旱，指向大气的对流热输送增加。地面上较多的热量，造成水分更趋衰减。据Baumgartner的推算，皆伐森林给水份循环带来的最大影响是在5°N的热带和50°N的温带。

二、皆伐热带林的后果

目前全球在以每年3.0—5.0千万公顷的速度

表1 不同地表面的热量平衡

(据 A. Baumgartner, WMO—No. 537, 1979 年)

地表类型	净辐射 R (卡/米 ² ·分)	感热 H (卡/米 ² ·分)	潜热 L (卡/米 ² ·分)	可能蒸发 E _p (毫米)	反射率 α (%)	波恩比 H/L
热带雨林	1578.2	358.7	1219.5	1400	10	0.3
针叶林	1147.8	358.7	789.1	1000	10	0.5
落叶林	932.6	286.9	645.6	900	15	0.4
湿润疏松地	1004.3	358.7	789.1	1000	20	0.4
草原	932.6	286.9	645.6	750	20	0.4
稀树草原	932.6	358.7	573.9	800	25	0.6
作物地	860.8	358.7	502.1	800	25	0.7
裸沙地	645.6	358.7	286.9	600	30	1.0
城区	645.6	430.4	215.2	600	30	2.0
半沙漠	645.6	502.1	143.5	600	30	3.5
干沙漠	1004.3	932.6	71.7	1000	35	8.0

丧失森林，再过 20—30 年，几乎再也找不到一块热带原始森林不被人类所利用。在大约 $1.2 \sim 1.5 \times 10^6$ 公顷的热带土地上，因人类盲目地滥伐森林和变林地地为耕地，气候—土壤过程发生变化。

Baumgartner 对热带林的生物圈意义作了叙述。表 2 给出了全球热带区域能量和水分平衡项的经向分布。可以看出，净辐射近乎不变，潜热通量向赤道递增，但感热通量向赤道递减。水分平衡的特

表 2 热带范围内能量和水分平衡项的经向分布
(据 A. Baumgartner, WMO—No. 537, 1979 年)

纬度	能 量 平 衡					
	北 半 球			南 半 球		
纬度	25°	15°	5°	5°	15°	25°
净辐射, R (卡/米 ² ·分)	1319.9	1348.6	1377.3	1377.3	1391.7	1334.3
感 热, H (卡/米 ² ·分)	918.2	660.0	172.2	71.7	401.7	803.4
潜 热, L (卡/米 ² ·分)	401.7	688.7	1205.1	1305.6	990.0	530.8
L/R (%)	31	51	88	94	71	40
波恩比, H/L (%)	229	96	14	6	40	150

纬度	水 分 平 衡									
	25°~20°	20°~15°	15°~10°	10°~5°	5°N~0°	0°~5°S	5°~10°	10°~15°	15°~20°	20°~25°
降水量(毫米)	620	670	1020	1480	1960	2090	1820	1430	940	600
蒸发量(毫米)	390	450	790	1040	1120	1210	1120	1000	780	520
降水量减蒸发量	230	220	230	440	840	880	700	430	160	80
蒸发量/降水量	0.63	0.67	0.77	0.70	0.57	0.58	0.62	0.70	0.83	0.87
(降水减蒸发)/降水	0.37	0.33	0.23	0.30	0.43	0.42	0.38	0.30	0.17	0.13

点是，降水和蒸发的梯度明显，并都在赤道附近形成最大值。

热带森林每年形成有大量的枯枝落叶层，在 20×10^6 平方公里林地上，每年释放出 $4 \sim 5 \times 10^{10}$ 吨二氧化碳。热带森林生态系统对降水的多少及其季节分配非常敏感，对气候变化的适应范围很小，对人为的干涉和大规模扰乱也表现出相当大的脆弱性。如林区内的泥沙排出量每年每公顷 0—100 吨，毁林迹地上则可达 500—1000 吨。

Williams 对大规模毁坏热带林的气候影响作过评价。Molion 利用 Lettau 的 Climatology 概念研究了亚马逊盆地的能量和水分通量。结论是，全球水汽输送占降水量的 44%，由内循环获得供给的地区性水库和土壤水分占降水量的 56%。图 1 表明了毁林以后能量和水分诸要素相互作用的复杂性及其反馈。正反馈意味着该参数是下一个参数符号均衡变化的原因，负反馈则意味着相反的均衡性。

毁林的后果首先是地面反射率增加，作用面对太阳辐射的吸收减小，其次是热量和水汽对流、风和温度廓线、云量和降水发生改变。Bernard 研究了

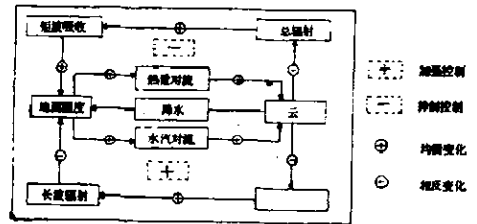


图 1 毁林后能量和水分各要素的相互作用及其反馈

(上图空白框内是相对放射)
(据 Molion, 1976 年, 转引自 WMO—No. 537)

刚果河流域森林蒸散的影响，发现森林覆盖率与降水之间有密切关系。Newell 认为，亚马逊流域的森林与大气基本环流之间有一定关系。为进行其效应的模拟，Potter 采用了两种纬向大气模式，将 5°N 和 5°S 间的所有热带林地变成一个具有 25% 反射率的植被类型，而不是反射率 70% 的植被类型，以降低蒸发和增加径流。计算结果见于图 2。不难看出，由于毁坏热带林，全球地表平均降温 0.2°C ，降水减少 1%。哈得来环流因潜热对流降低而减弱，从而中高空对流层变冷， $5 \sim 25^{\circ}\text{N}$ 和 $5 \sim 25^{\circ}\text{S}$ 地区的降水增加。

三、热带地区的影响效率

上述讨论表明,全球性的热带毁林行动,会对整个大气环流产生影响。所以我们有必要客观地来估计热带林面积在总的全球生物圈中的份量。设热带森林面积为 A , 全球地表面积为 g , 热带生物圈中某一参数的浓度为 C (克/米²), 那么热带林的影响效率(E)即为,

$$E = A / (g - A) \cdot C / R$$

式中 R 为同一参数在全球生物圈中的平均浓度。考虑到热带林占全球地表面积的 4%, 那么上式即为 $E = 0.04(C/R)$ 。

如果以草原植被代替热带森林的话, 北半球冬季的地面反射率将由 18.1% 增加到 18.8%, 夏季从 15.4% 增加到 15.8%, 全年则由 16.7% 提高到 17.3%。全球的粗糙度参数由 14.9 厘米减少到 3.0 厘米。地面阻力的变化, 将会改变地面风和气压之间的角度, 全球的基本大气环流和气压场也发生变化。

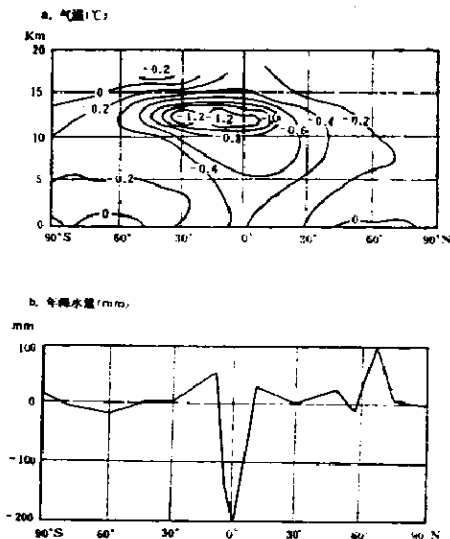


图 2 热带毁林区的气温和降水量变化
(据 Potter, 1975 年, 转引自 WMO—№537)

由于赤道以外地区热量和水分的经向输送降低, 所以在全球变冷的同时, 45—85°N 和 40°—60°S 地区的降水也变少。