

火对香港草地和芒萁群落的影响*

管东生

(中山大学环境科学系 广州 510275)

摘 要 本文研究火对香港草地和芒萁群落的影响。目前遭火烧是不可避免的,但其发生有一定的周期性。火对群落的物种多样性、生物量、第一性生产量和群落的稳定性有重要的影响。

关键词 火 影响 草地 芒萁群落 香港

分 类 (中图法) Q948 (科图法) 58.856

火是地球上许多自然生态系统进化的一个重要的环境因子^[1]。它对植物种类的分布和形态以及植被的组成有重要的影响^[2]。在地球上除最湿润和最寒冷的地区外,其他地区几百万年以来一直都受火的影响^[3]。

香港现今的植被在很大程度上是受到火影响的结果。香港的原生植被为常绿阔叶林^[4]。由于历史上的大规模砍伐及不断受到火灾的影响,香港的原生植被大部分已被破坏^[4]。根据香港政府1991年统计,虽然自50年代以来,通过造林以保护环境的尝试取得很大的进展,但是森林的面积也只占香港总面积的20.5%,而次生的草地和灌木林则占48.3%。

在过去10多年,香港每年平均发生800宗山火^[5]。这些山火对香港草地和芒萁群落的形成和稳定起到重要的作用。本文根据作者在香港新界林村郊野公园草地和芒萁群落的研究,探讨火对香港草地和芒萁群落的物种多样性、生物量、第一性生产量及群落稳定性的影响。

1 研究地区的环境和群落特征

香港地处季风气候带。根据香港天文台1960—1990年30年的资料,其平均年降雨量为2214.3mm,降雨主要集中于雨季,4—9月降雨占年降雨量大约80%。年平均温度为22.8℃,温度年较差为13℃,月平均温度变化由1月的15.6℃到7月的28.6℃。年平均相对湿度变化由12月的68%到4、5、6月的83%。

研究样地位于香港新界林村郊野公园,大约北纬22°26',东经114°06'。样地坡度35°—45°,土壤为赤红壤。草地群落的优势种为鸭嘴草属(*Ischaemum* spp)、野古草(*Arundinella setosa*)和金茅(*Eulalia speciosa*)。芒萁(*Dicranopteris dichotoma*)群落则是单优势种的群落。草地和芒萁群落在研究地区呈镶嵌分布,这种现象在香港的山地较为普遍。

* 本研究得到美国洛克菲勒兄弟基金会赞助

收稿日期:1994-10-05,收到修改稿日期:1996-05-08

2 火的频率与群落的稳定性

研究区群落的火烧历史并不清楚。但是，在 1988—1993 年的 6 年研究期间，样地曾分别于 1988 年 1 月、1990 年 10 月和 1992 年 11 月 3 次发生火灾。火烧的频率大约为 2—3 年一次，而火烧的时间集中在 10 月至 1 月这段全年最为干旱的季节。在香港，引起山火的主要原因为：①郊游人士随便抛弃烟蒂和野火烧烤遗下火种；②村民在山边田野烧除杂草垃圾时，火势失去控制，波及邻近地区；③扫墓人在清明和重阳时节焚烧香烛等，没有将火完全熄灭^[5]。在前述的 3 次火灾中，1990 年 10 月重阳时节那次是由扫墓引起。

实际上，人们每年都进行扫墓、郊游、清除杂草等活动。因此，引起火灾的因素每年都存在。但是，在同一块山坡上并不是每年发生火灾。据观察，决定火灾频率的因素并不是有没有引起火灾的火种，而是植物群落是否积累了足够的易燃干枯物质。从表 1 可见，在火灾发生一年后，芒萁群落的枯死物质很少，只相当于 1990 年 10 月火灾前的大约 24%。枯死物质太少，即使有火种存在，也不会引起火灾。1994 年 1 月初，在一块 1992 年 11 月份曾被火烧过的以芒萁为主的草坡上，作者和香港大学地理及地质学系的希尔教授和柏梅荣博士等人，曾试图将草坡火烧以研究连续火烧对水土流失的影响。但即使在植被上浇以数瓶汽油（每瓶约 500ml）也没能将其点燃。究其原因，主要就是没有足够的干燥物质，一旦汽油烧完，火就熄灭了。这个试验很好地说明了在香港的芒萁群落，火烧后至少需要 2 年的时间才可能有下一次火灾。虽然禾本科草地，特别是一年生的草地其地上部干枯物质积累比芒萁群落快，但香港的山坡地通常是草地和芒萁群落成镶嵌分布，即使有一小块草地被点燃，如果芒萁群落没有足够的易燃物质，也不会引起大面积的火灾。

表 1 火烧后芒萁群落的立枯体和死地被物动态

Tab. 1 Dynamics of standing dead matter and litter in the fernland after fire

项 目	1989 年 2 月	1990 年 2 月	1990 年 9 月
立枯体 (g/m ²)	23 (1.8)*	126 (14)	146 (13)
死地被物 (g/m ²)	105 (12)	206 (29)	391 (16)

* 括号内的数字为标准误差 (n=5)

火对香港草地和芒萁群落的稳定性有重要的影响。虽然香港草地和芒萁群落的形成与历史上的森林砍伐有关^[4]，但这些群落能够长期存在则主要依赖于火的作用。草地和芒萁群落中的木本植物地上部生物量在火灾后逐年增加，1990 年 9 月与火灾后一年的 1989 年 1 月相比，前者的木本植物地上部生物量分别相当于后者的 4.6—2.9 倍（见表 2）。有一块与研究样地相邻的草地，1988 年 1 月与研究样地一起被大火烧毁，因其靠近嘉道理农场，近几年受防火带保护，没有再被火烧毁。在火灾 6 年后的 1994 年 1 月，其木本植物的地上部生物量（约 500g/m²）已明显超过草本植物的地上部生物量（约 200g/m²）。另外，在研究样地附近的观音山，有一块 1970 年 3 月曾被山火烧过的地方，经过 20 年的演替发展，已形成由桃金娘占优势的灌木林群落。1988 年 1 月测定这块灌木林的生物量，其地上部木本植物的生物量为 1 528g/m²，而草本植物只有 25g/m²。这些结果表明，如果不发生火烧，香

港的草地和芒萁群落将向灌木群落和森林方向演替发展。可见，正是由于这些群落每 2—3 年就被火烧毁一次，使得草地和芒萁这些火后能迅速恢复的群落能够长期稳定存在。

表 2 火烧后香港草地和芒萁群落中木本植物及群落地上部生物量 (g/m²) 的动态

Tab. 2 Dynamics of above -ground biomass (g/m ²) of woody plants and communities in the grassland and fernland in Hong Kong after fire			
植 被 组 分	1989 年 1 月	1989 年 9 月	1990 年 9 月
草 地	木本植物	19 (3.1)*	47 (5.4)
	群 落	61 (8.5)	373 (25)
芒萁群落	木本植物	40 (4.9)	78 (11)
	群 落	394 (37)	560 (45)
			683 (53)

* 括号内的数字为标准误差 (n=5)

3 火对群落物种多样性的影响

香港草地和芒萁群落的地上部生物量相对集中于 1 个或少数几个种类。由表 3—5 可

表 3 芒萁群落重要种^①20 个月平均地上部生物量^② (g/m²)

Tab. 3 The average above-ground biomass (g/m ²) of important species in the fernland for twenty months			
种 名	生物量	%	
芒萁	<i>Dicranopteris doctotoma</i>	452.7	81.10
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	46.0	8.60
桃金娘	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	13.2	2.37
菝葜	<i>Smilax china</i>	10.4	1.86
山芝麻	<i>Helicteres angustifolia</i>	5.8	1.04
蕨	<i>Pteridium aquilinum</i>	5.5	0.99
五节芒	<i>Miscanthus floridulus</i>	4.1	0.73
酸藤子	<i>Embelia laeta</i>	3.2	0.57
羊耳菊	<i>Inula cappa</i>	2.8	0.50
亮叶猴耳环	<i>Pithecellobium lucidum</i>	2.8	0.50
黄牛木	<i>Cratogeomys ligustrinum</i>	2.6	0.47
海金沙	<i>Lygodium dichotomum</i>	2.2	0.39
扭鞘香茅	<i>Cymbopogon tortilis</i>	1.5	0.27
葫芦茶	<i>Pteroloma triquetrum</i>	1.1	0.20
其他种类		2.3	0.41
合 计		558.2	100.00

表 4 草地木本植物和非禾本科草本植物重要种^①20 个月平均地上部生物量^② (g/m²)

Tab. 4 The average above-ground biomass (g/m ²) of important species of herbs, ferns and woody plants in the grassland for twenty months			
种 名	生物量	%	
山芝麻	<i>Helicteres angustifolia</i>	24.6	37.44
桃金娘	<i>Rhodomyrtus tomentosa</i>	15.3	23.29
海金沙	<i>Lygodium dichotomum</i>	4.9	7.46
羊耳菊	<i>Inula cappa</i>	3.3	5.02
酸藤子	<i>Embelia laeta</i>	2.5	3.80
盐肤木	<i>Rhus chinensis</i>	2.2	3.35
了哥黄	<i>Wikstroemia fruticosa</i>	1.7	2.59
黑面神	<i>Breynia fruticosa</i>	1.5	2.28
金锦香	<i>Osbeckia chinensis</i>	1.4	2.13
地稔	<i>Melastoma dodecandrum</i>	1.4	2.13
芒萁	<i>Dicranopteris dichotoma</i>	1.3	1.98
凤尾蕨	<i>Pteris cretica</i>	1.2	1.83
山黄菊	<i>Anisopappus chinensis</i>	1.2	1.83
方骨草	<i>Hedyotis acutangula</i>	1.1	1.67
其他种类		2.1	3.20
合 计		65.7	100.00

①重要种为平均生物量大于 1.0g/m² 的植物种类。
②为 1989 年 2 月至 1990 年 9 月 20 个月平均生物量，而每月生物量由收获 5 个 1m² 样方获得。

见，芒萁构成其群落地上部生物量的 8.1%；鸭嘴草属、野古草和金茅则组成草地禾草类植物地上部生物量的 85.0%；而山芝麻 (*Helicteres angustifolia*) 和桃金娘 (*Rhodomyrtus tomentosa*) 两者也占草地木本植物和非禾草类草本植物地上部生物总量的 60.7%。据报道，火灾会造成草地种类组成的急剧变化，并引起优势种的强烈发展^[6]。这可能是香港草地和芒萁群落相对少的种类拥有大部分地上部生物量的原因。

表 5 草地禾草类植物 1989 年和 1990 年 9 月平均地上部生物量 (g/m²)

Tab. 5 Mean above-ground biomass (g/m²) of grasses in the grassland for Sep. of 1989 and 1990

种 名	物候*	生物量	%
鸭嘴草属 <i>Ischaemum</i> spp.	FL	122	40.67
野古草 <i>Arundinella setosa</i>	FL	75	25.00
金茅 <i>Eulalia speciosa</i>	V	58	19.33
扭鞘香茅 <i>Cymbopogon tortilis</i>	FL	18	6.00
香茅 <i>Cymbopogon citratus</i>	V	13	4.33
苞子草 <i>Themeda gigantea</i>	FL	8	2.67
褐毛狗尾草 <i>Setaria pallide-fusca</i>	FL	2	0.67
其他种类	FL 或 V	4	1.33
合 计	FL 或 V	300	100.00

* FL=花期，V=营养期

植物对环境条件是非常敏感的。由于香港草地和芒萁群落经常遭受火灾，所以出现一些对火适应性较强的植物种类。如研究样地中的灌木种类盐肤木发芽能力强，生长迅速。火烧后能迅速发芽、生长，占领上层空间，因而可避免被草本植物，特别是芒萁遮盖住，从而在这些火烧迹地上占有重要的位置。藤本植物菝葜以根状茎进行繁殖，对于火后再生非常有利。芒萁及其他蕨类植物也具有同样的有利条件。因此，火烧实际上有利于芒萁保持在群落中的优势地位。许多研究者发现火通常有利于非禾本科草本植物取代禾草类植物^[2]。香港的火烧地也存在类似情况。其原因可能是蕨类植物比禾草类植物有更好的火适应性。此外，香港草地中的灌木植物车轮梅 (*Raphiolepis indica*) 有皮下生长点，刺葵 (*Phoenix hanceana*) 的生长点被周围的叶子保护起来^[4]，这些也是植物适应于抗火的形态。在本文研究的样地中虽然没有这两种植物，但其可在样地附近的草地上见到。

物种多样性是反映群落中种类数目及其均匀程度的重要指标。它不仅反映群落中物种的丰富程度，也反映群落的稳定性以及群落和自然环境的关系。

本文的物种多样性指数是以地上部活生物量为基础，根据 Smith (1980) 的公式^[7]计算：

$$H = 3.322 \left[\log_{10} N - \left(\frac{1}{N} \sum N_i \log_{10} N_i \right) \right]$$

H 是多样性指数；*N* 是总地上部生物量 (g/m²)；*N_i* 是种的地上部生物量 (g/m²)。

从表 6 可见，香港草地和芒萁群落的物种多样性指数小于印度哈里亚纳邦格尔纳尔 (Karnal, Haryana) 的热带草地。香港的年雨量明显比印度哈里亚纳邦的热带草地 (年雨量 799.7mm) 大，而香港的热量也相当充足。通常水热条件丰富，有利于物种多样性的发展。

但是,香港的草地却比印度的热带草地物种多样性低。其原因可能 就是由于香港草地常遭受火烧,而印度的这块热带草地则已被保护免受人为和大食草动物干扰达 20 年的缘故。Wilgen 等人 (1990 年) 发现降低火灾频率可增加物种多样性^[9]。本文的结果支持 Wilgen 等的观点。尤其是在香港的芒萁群落,火不但使一些不耐火的植物种类消失,而且引起芒萁的强烈发展,使其盖度几乎达 100%,致使许多植物由于芒萁的遮盖而无法生存,从而大大降低群落的物种多样性。通常,物种多样性低的群落是不够稳定的。因此,它必须依靠周期性发生的火烧,才能得以长期稳定存在。

表 6 香港草地和芒萁群落与印度热带草地物种多样性比较
Tab. 6 Comparison of species diversity between the tropical grassland
in India and the grassland & fernland in Hong Kong

地 点	群落	多样性指数	时间
香 港	芒萁群落	1.18	1989 和 1990 年 9 月
香 港	草 地	2.84	1989 和 1990 年 9 月
印 度	热带草地	3.21 *	1970 年 9 月

* 根据参考文献 [8] 的资料计算。

4 火对群落生物量和生产量的影响

火对群落地上部生物量的影响很大。研究期间第二次火烧前的 1990 年 9 月,草地和芒萁群落分别有地上部活生物量 385g/m² 和 683g/m²,立枯体 180g/m² 和 146g/m²,死地被物 102g/m² 和 391g/m²。1990 年 10 月底的一场大火,不但地上部活的植物物质从地上部消失,连死地被物也几乎全部变成灰烬。此外,火对植物生物量,特别是木本植物生物量的分配也有明显的影响。由表 7 可见,地下部分与地上部分的生物量比率(根/茎比率)在草地和芒萁群落分别为 4.32 和 3.95,明显高于其附近的桃金娘灌木群落的根/茎比率(0.81)。由于木本植物的生物量随时间的增长逐渐积累,香港草地和芒萁群落常遭受火灾,地上部茎的年龄比地下部根的年龄短,所以茎的生物量明显低于根的生物量。这个结果既反映了火对本本植物生物量分配的影响,也说明一旦停止火的影响,草地和芒萁群落中的木本植物强大的根系将会使它的地上部生物量不断增大,从而实现由草本植物群落向木本植物群落的演替。

表 7 香港草地、芒萁和灌木群落中木本植物的生物量 (g/m²) 分配
Tab. 7 Biomass (g/m²) distribution of woody plants in the grassland,
fernland and scrubland in Hong Kong

样 地	地上部生物量	地下部生物量	根/茎比率
芒萁群落	47	203	4.32
草地群落	78	308	3.95
灌木群落 *	1528	1393	0.91

* Guan Dongsheng. A study of primary productivity and nutrients in the grassland, fernland and scrubland of Hong Kong. Ph. D. Thesis, University of Hong Kong, 1993.

表 8 草地和芒萁群落的草和芒萁 1988 年火灾后的地上部净生产量
Tab. 8 Net above-ground production of grasses in the grassland and
D. linearis in the fernland after fire in 1988

样地	植物种类	时 间	最大活地上部生物量 (g/m ²)	地上部净生产量* (g/m ² /a)
草 地	禾草类植物	1989 年	316	480
		1990 年	283	459
芒萁群落	芒 萁	1989 年	464	501
		1990 年	553	616

* 地上部净生产量由种的最大当年活和死生物量相加而得。

火对草地和芒萁群落第一性生产量也有一定的影响。火似乎有利于增加草地的第一性生产量，而不利干芒萁的第一性生产。草地和芒萁群落于 1988 年火烧后，草地中的禾草类从 1989 年到 1990 年地上部最大活生物量和净生产量降低。许多研究者都认为火烧可增加草地的第一性生产量^[1,10-12]。其原因主要有二方面，一是火可清除掉阻碍植物生长的死地被物层；二是加速生态系统的养分循环。火不但使植物活和死物质中的大部分养分（除 N 和 S 外）变成可利用的养分，而且加速土壤表层有机质的分解。在 1990 年火烧前，草地地上部活和死物质贮存有 3 718mg/m² 氮，297mg/m² 磷和 3 434mg/m² 钾。火烧后，除了大部分氮挥发损失外，这些磷和钾将成为可溶态养分归还给土壤。因此，在火烧后，草地中可利用养分大大增加，从而促使草的净生产量增加。但是，这些有效态养分在火灾后的一段时间内，一部分被植物吸收，另一部分可能被雨水冲走，随着时间的延长，其供应将逐渐减少。所以，草地在火灾后的生产量有逐年减少的倾向。此外，芒萁的特点与禾草类植物不同，火烧并不能使其净生产量增加，相反会使其净生产量降低，这可能是因为芒萁的生物学特性不同。据观察，由于芒萁年青一代的个体有比老个体长得高大的倾向，所以芒萁的地上部净生产量在火烧后逐年增加。但是，芒萁的个体不可能长期逐年高大，若干年后可能会趋于平衡或者象草一样生产量开始降低。可惜研究时间短，而研究样地又常遭受火烧，这种现象在研究中还没有观察到。

火除了影响植物物质的产量外，也影响植物物质的质量。火烧破坏老的植物物质，促进新物质的合成。草的新物质不但鲜嫩，而且其氮、磷、钾养分浓度也比老个体大，较适宜作为牛、羊等草食动物的饲料。例如，在研究的草地 2 月份的嫩草氮、磷、钾浓度分别相当于 11 月份老草的 3.1、4.1 和 3.3 倍。因而，火烧不但有利于草地的稳定，而且有利于草地的更新，促进畜牧业的发展。这也是为什么经常有些地方村民放火烧草地的一个原因。

参 考 文 献

1 Vankat J L. The natural vegetation of North America: An introduction. John Wiley & Sons. 1979.
2 Daubenmire R. Ecology of fire in grasslands. in Cragg J B (ed.). Advances in Ecological Research. Academic Press. London and New York. 1968.
3 Sprurr S H. Barmes B V. Forest Ecology. Ronald Press Company. New York. 1973.

- 4 Catt P. Vegetation, in Chiu T N and So C L. (eds.), A Geography of Hong Kong. Oxford University Press, Hong Kong, 1986. 118—147.
- 5 Agriculture and Fisheries Department. Annual Departmental Report, 1980/81 to 1991/92. Hong Kong Government, 1980—1992.
- 6 San José J J and Medina E. Effect of fire on organic matter production and water balance in a tropical savanna, in Golley F B and Medina E (eds.), Ecological Studies 11 (Tropical Ecological Systems) — Trends in Terrestrial and Aquatic Research, Springer, Berlin, 1975. 251—264.
- 7 Smith R L. Ecology and Field Biology. Harper and Row, New York, 1980.
- 8 Sing J S and Yadava P S. Seasonal variation in composition, plant biomass, and net primary productivity of tropical grassland at Kurukshetra, India, Ecological Monographs, 44: 351—376, 1974.
- 9 Van Wilgen B W, Everson C S and Trollope W S W. Fire management in Southern Africa: some examples of current objectives, practices, and problems, in Goldammer J G (ed.), Fire in the Tropical Biota, Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- 10 Coutinho L M. Fire in the ecology of the Brazilian Cerrado, in Goldammer J G (ed.), Fire in the Tropical Biota, Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- 11 Abrams M D, Knapp A K and Hulbert L C. A ten-year record of aboveground biomass in a Kansas tallgrass prairie: effects of fire and topographic position, American Journal of Botany, 73: 1509—1515, 1986.
- 12 Hulbert L C. Causes of fire effects in tallgrass prairie, Ecology, 69: 46—58, 1988.

EFFECTS OF FIRE ON THE GRASSLAND AND FERNLAND IN HONG KONG

Guan Dongsheng

(Department of Environmental Science, Zhongshan University, Guangzhou 510275)

Abstract

Fire is an important factor in the natural ecosystem of Hong Kong. Fire and its ecological role in the grassland and fernland are studied. The results show that: (1) Fire is inevitable in the grassland and fernland in Hong Kong. It occurs repeatedly with an interval of 2 or 3 years. Fire is also the most important factor for the stability of grassland and fernland. If the grassland and fernland were protected from hill fire, they would be probably replaced by shrubland followed by forest. (2) Most of the above-ground biomass was contributed by relatively small number of species and the species diversity was reduced, because fire induces a stronger development of dominated species. In addition, many species show some form of adaptation and fire resistance in the communities because fire occurs often. (3) Fire increases net primary production in the grassland and improves the quality of grasses for animals. However, it decreases net primary production in the fernland and also results in an atypical ratio of below-ground/above-ground biomass of woody plants in both communities.

Key words Fire, Effect, Grassland, Fernland, Hong Kong