關刀溪森林生態系殼斗科植物之物候週期

The Phenological Phases of Fagaceae in the Guandaushi Forest Ecosystem

李權裕[1] 陳明義[2,*]

Chiuan-Yu Lee[1] and Ming-Yih Chen[2,*]

[1]行政院農業委員會特有生物研究保育中心 南投縣集集鎮民生東路1號

[2]國立中興大學生命科學系 台中市國光路250號

[1]Endemic Species Research Institute, Chichi, Nantou, Taiwan

[2]Department of Life Sciences , National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan

*通訊作者

*Corresponding author

摘 要

本研究於2000年9月至2003年8月間觀測關刀溪森林生態系內12種殼斗科植物的物候期，其中僅栓皮櫟是落葉性植物。三年之調查結果發現，抽芽期大多在2至4月。開花期則較爲歧異，其中反刺櫧、川上氏櫧、青剛櫟、三斗石櫟、短尾葉石櫟、南投石櫟、菱果石櫟與栓皮櫟8種每年開花一次，火燒柯、小西氏石櫟與石櫟3種一年內有兩次或兩次以上的開花期，而圓果青剛櫟在2001與2002年分別開花2次及1次。所有觀察物種的果熟期均在8至12月，而落果期都在9月至隔年2月間。關刀溪森林生態系中殼斗科植物所呈現的物候週期爲一年一循環或兩年一循環。

Abstract

Phenological phases of 12 species of trees belonging to the family Fagaceae in Guandaushi forest ecosystem of Taiwan were investigated monthly from September of 2000 to August of 2003. *Quercus variabilis* was found to be a deciduous tree, whereas the other 11 species were the evergreen trees. All the species had the same budding season from February to April but differed in blooming season. Eight species, *Castanopsis eyrei*, *Castanopsis kawakamii*, *Cyclobalanopsis glauca*, *Pasania hancei*, *Pasania harlandii*, *Pasania nantoensis*, *Pasania synbalanos*, and *Quercus variabilis*, bloomed once a year, while the other three species, *Castanopsis fargesii*, *Pasania konishii*, and *Pasania glabra*, bloomed twice to several times a year. Fruits of all the species became mature in August to December and fell in September to next February. The phenological phases of Fagaceae showed a cycle per year or per two years.

關鍵詞：關刀溪森林生態系、殼斗科、物候週期、台灣

Key words: Gaundaushi forest ecosystem, Fagaceae, phenological phases, Taiwan

收件日期：92年11月12日 接受日期：93年5月28日

Received: November 12, 2003 Accepted: May 28, 2004

緒 言

殼斗科植物在全球共有9屬，約有900種(Judd *et al*. 1999)，大部分產於北半球之溫帶及亞熱帶地區。台灣原生殼斗科植物有6屬43種(劉等 1994)，為台灣中低海拔森林組成樟櫟群叢之主要樹種。在關刀溪地區殼斗科植物有5屬14種(呂及歐 1996)。

物候現象主要是受到遺傳因子及環境因子影響，不同的植物有不同的物候現象(林等 1997)。同一種植物在不同的生育地，物候現象可能不同；甚至不同的單株也會呈現不同的物候現象(何 1968；呂 1990；Seghieri *et al*. 1995)。台灣對於物候的調查大多是針對一個地區的所有植物來做觀察紀錄(章 1950；何 1968，1971；廖及何 1970；呂 1990；紀 1995；林等 1997；伍 1999)，針對惠蓀林場特定物種來做研究的有：林志銓(1999)就惠蓀林場內木荷及大頭茶的開花物候加以研究；曾麗蓉(1999)於惠蓀林場研究台灣榕的開花物候；梁立明與陳明義(2000)在關刀溪森林生態系調查台灣二葉松與台灣五葉松的物候現象。

全球環境持續變遷，長期生態研究(LTER)已經成為重要的課題，物候現象可作為氣候指標，亦可反映植物生育地外在環境之差異，以及每年四季之提早、遲延及異常等，因此植物物候學研究為長期生態研究中不可或缺的一環(梁及陳 2000)。殼斗科植物在台灣森林具有重要的地位，惟尚缺乏殼斗科植物的完整物候資料。本研究針對關刀溪森林生態系內12種殼斗科植物的物候期加以研究，希望能由物候期的資料提供長期生態研究更豐富的訊息。

材料與方法

一、研究地區

研究區位於南投縣仁愛鄉中興大學實驗林之關刀溪森林生態系，為台灣五個長期生態研究區之一。海拔高介於600-1,700m間，區內之植群包括天然闊葉林、次生闊葉林以及人工林等，天然林主要為楠櫧林帶(*Machilus* − *Castanopsis* zone)(呂及歐 1996)。本研究調查期程從2000年9月起至2003年8月止共3年。於第四、五林班林道、松風山步道、湯公碑步道、小出山步道等路線選擇已具有結實能力的殼斗科植物設置樣木(圖1)，每隔2至4週利用望遠鏡或以高枝剪配合採集調查。對本研究較大的氣象干擾有2000年8月21-23日的碧利斯颱風、10月30至11月1日的象神颱風、2001年7月28-31日的桃芝颱風、9

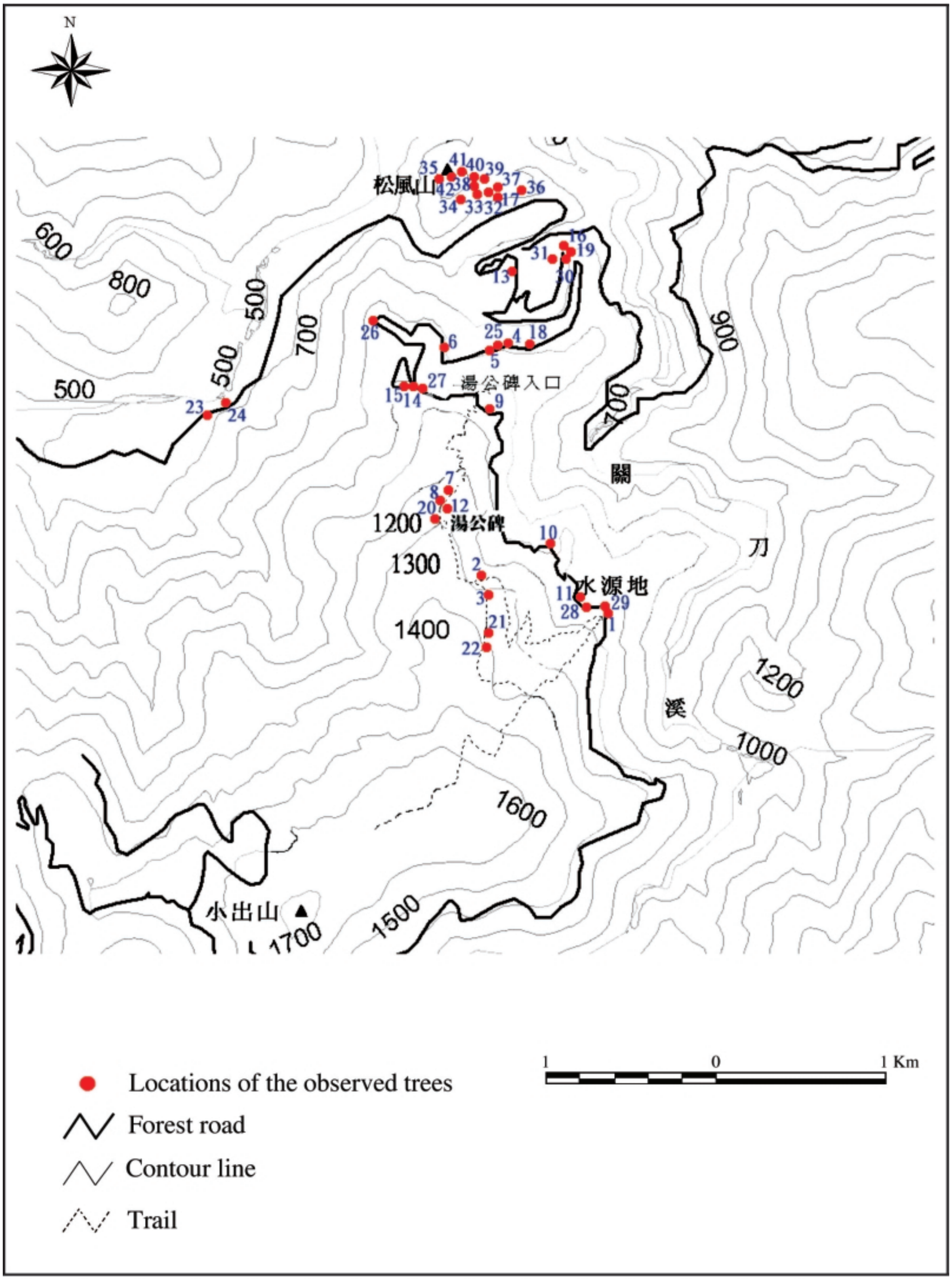

圖1. 關刀溪森林生態系殼斗科植物物候觀察樣木位置圖。

Fig. 1. Locations of the trees belonging to the family Fagaceae investigated in the Guandaushi forest ecosystem.

月6-19日的納莉颱風、9月23-28日的利奇馬颱風以及2002年7月2-4日的雷馬遜颱風等。2001年2月18日松風山區發生林火，藉此選取栓皮櫟及石櫟火燒樣木各3株，以比較火燒樣木與正常植株之物候期是否有差異。2001年11月至2002年5月底有一段較長的乾旱期發生。

二、物候觀察

於關刀溪森林生態系內進行物候觀察的物種包括：反刺櫧(*Castanopsis eyrei* (Champ.) Hutch.)、火燒柯(*Castanopsis fargesii* Fr.)、川上氏櫧(*Castanopsis kawakamii* Hay.)、青剛櫟(*Cyclobalanopsis glauca* (Thunb.) Oerst.) 、圓果青剛櫟(*Cyclobalanopsis globosa* Lin & Liu)、石櫟(*Pasania glabra* (Thunb.) Oerst.)、三斗石櫟(*Pasania hancei* (Benth.) Schot.)、短尾葉石櫟(*Pasania harlandii* (Hance) Oerst.)、小西氏石櫟(*Pasania konishii* (Hay.) Schot.)、南投石櫟(*Pasania nantoensis* (Hay.) Schot.)、菱果石櫟(*Pasania synbalanos* (Hance) Schot.)及栓皮櫟(*Quercus variabilis* Blume)共12種。共計標定42株樣木，記錄其海拔高及GPS座標如表1。每2至4週調查1次。

本研究將物候期區分爲下列8期：

1. 抽芽期(budding phase)：芽苞膨大開始抽長至芽伸出嫩葉的尖端。
2. 幼葉期(tender leaf phase)：可以明顯地看出綠色葉芽起至葉展開且葉未完全變色。
3. 展葉期(leafing phase)：葉片展開至葉完全平展並轉變爲成熟葉色爲止。
4. 落葉期(leaf falling phase)：係針對落葉樹種而言，在秋冬時葉開始掉落至葉片完全掉落。
5. 開花期(flowering phase)：由花苞開始膨大或花序抽長至花落。
6. 結果期(fruiting phase)：以雌花柱頭變黑爲幼果期之開始(圖2)到果實長大至成熟時之大小。
7. 熟果期(mature fruiting phase)：以果實開始由綠轉爲褐色定義之。
8. 落果期(fruit falling phase)：果實開始掉落至全部掉落止。

結　果

自2000年9月起至2003年8月止，各種殼斗科植物之物候觀察結果列於表2，依物候期分別說明如下：

一、抽芽至展葉期

殼斗科植物觀測樣木之抽芽期多在1月至4月間，不同物種之抽芽月份有所差異。幼葉及展葉會在抽芽後隨之生長(圖3)。

2001年所有調查樣木均只有一次抽芽期，發生在1-2月的有南投石櫟、石櫟及栓皮櫟，在2月的有反刺櫧與三斗石櫟，在2-3月

圖2. 圓果青剛櫟授粉後柱頭變黑，爲結果期之起始點。

Fig. 2. Stigmas of *Cyclobalanopsis globosa* (black after pollination, an indication of the beginning of fruiting phase).

表1. 關刀溪森林生態系殼斗科植物物候調查樣木資料

Table 1. Data of the trees belonging to the family Fagaceae selected for phenological study in the Guandaushi forest ecosystem

Tree No.	Species	Coordinates (TWD67)	Elevation (m)
1	反刺櫧（*Castanopsis eyrei*）	253588 2663442	1126
2	反刺櫧（*Castanopsis eyrei*）	253006 2663460	1318
3	反刺櫧（*Castanopsis eyrei*）	253123 2663265	1354
4	川上氏櫧（*Castanopsis kawakamii*）	252977 2664445	917
5	川上氏櫧（*Castanopsis kawakamii*）	252986 2664501	917
6	川上氏櫧（*Castanopsis kawakamii*）	252876 2664609	927
7	川上氏櫧（*Castanopsis kawakamii*）	252968 2663626	1268
8	川上氏櫧（*Castanopsis kawakamii*）	252952 2663616	1272
9	火燒柯（*Castanopsis fargesii*）	253262 2664045	1057
10	火燒柯（*Castanopsis fargesii*）	253466 2663486	1112
11	火燒柯（*Castanopsis fargesii*）	253562 2663414	1121
12	火燒柯（*Castanopsis fargesii*）	252955 2663618	1273
13	青剛櫟（*Cyclobalanopsis glauca*）	253347 2664972	734
14	圓果青剛櫟（*Cyclobalanopsis globosa*）	253145 2664258	1031
15	圓果青剛櫟（*Cyclobalanopsis globosa*）	253147 2664256	1030
16	圓果青剛櫟（*Cyclobalanopsis globosa*）	253545 2664928	812
17	圓果青剛櫟（*Cyclobalanopsis globosa*）	253167 2665251	786
18	短尾葉石櫟（*Pasania harlandii*）	253088 2664427	903
19	短尾葉石櫟（*Pasania harlandii*）	253548 2664925	812
20	短尾葉石櫟（*Pasania harlandii*）	252954 2663608	1274

表1. 關刀溪森林生態系殼斗科植物物候調查樣木資料(續)

Table 1. Data of the trees belonging to the family Fagaceae selected for phenological study in the Guandaushi forest ecosystem (continued)

Tree No.	Species	Coordinates (TWD67)	Elevation (m)
21	南投石櫟（*Pasania nantoensis*）	253187 2663170	1371
22	南投石櫟（*Pasania nantoensis*）	253191 2663157	1373
23	三斗石櫟（*Pasania hancei*）	252018 2665238	607
24	三斗石櫟（*Pasania hancei*）	252143 2665158	625
25	小西氏石櫟（*Pasania konishii*）	252984 2664484	917
26	小西氏石櫟（*Pasania konishii*）	252692 2664515	943
27	小西氏石櫟（*Pasania konishii*）	253151 2664253	1031
28	菱果石櫟（*Pasania synbalanos*）	253565 2663427	1122
29	菱果石櫟（*Pasania synbalanos*）	253572 2663434	1124
30	石櫟（*Pasania glabra*）	253524 2664921	814
31	石櫟（*Pasania glabra*）	253543 2664921	813
32	石櫟（*Pasania glabra*）	253114 2665249	804
33	石櫟之火燒樣木（*Pasania glabra*; caught in wildfire）	253065 2665241	817
34	石櫟之火燒樣木（*Pasania glabra*; caught in wildfire）	253069 2665249	817
35	石櫟之火燒樣木（*Pasania glabra*; caught in wildfire）	253077 2665277	823
36	栓皮櫟（*Quercus variabilis*）	253424 2665205	739
37	栓皮櫟（*Quercus variabilis*）	253148 2665244	792
38	栓皮櫟（*Quercus variabilis*）	253124 2665257	804
39	栓皮櫟（*Quercus variabilis*）	253103 2665279	811
40	栓皮櫟之火燒樣木（*Quercus variabilis*; caught in wildfire）	253029 2665279	837
41	栓皮櫟之火燒樣木（*Quercus variabilis*; caught in wildfire）	253014 2665269	841
42	栓皮櫟之火燒樣木（*Quercus variabilis*; caught in wildfire）	253002 2665250	839

表2. 關刀溪森林生態系殼斗科植物之物候調查結果；觀察期間從2000年9月至2003年8月；各物候期之代號如後(B，抽芽期；T，幼葉期；L，展葉期；A，開花期；R，結果期；M，熟果期；F，落果期；D，落葉期)

Table 2. Phenological phases of the trees belonging to the family Fagaceae in the Guandaushi forest ecosystem (B, budding phase; T, tender leaf phase; L, leafing phase; A, flowering phase; R, fruiting phase; M, mature fruiting phase; F, fruit falling phase; D, leaf falling phase)

Species*	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Ca. eyrei	2001		B	T	T,L	T,L	L	–	–	–	–	–	–
	2002	–	B	B	T,L	T,L	L,A	R	R	R	R,M	R,M,A	M,F
	2003	–	–	B,T,A	T,L,A	L,R	L,R	R	R				
Ca. kawakamii	2000									R	R,M	M,F	F
	2001	F	B	B	T,L,A	T,L,R	T,L,R	T,L,R	T,L,R	R	M	M,F	F
	2002	–	–	B,T,L	L,A	L,A,R	B,T,L,R	L,R	L,R	L,R,M	M	M,F	F
	2003	F	–	B,T,L,A	L,A	L,R	L,R	R	R				
Ca. fargesii	2000									R	R	R,M	M,F,B
	2001	–	B	B	T	L	L,A	L,R	L,R	R	M	M,F	A
	2002	R	R,A	R	R	R,A	B,T,R	L,R	B,L,R	B,T,L,R	M	M	F
	2003			B,A	T,A	T,L,R	L,R	R	R				
Cy. glauca	2001						L,R	R	R	R	R	M	F
	2002	F	–	B,A	T,R	T,R	L,R	R	R	R,M	M,F	–	–
	2003	–	–	B,T,A	T,L,A	L,R	L,R	R	R				
Cy. globosa	2000										R	R,M	R,F
	2001	R,F	R,F	R,F,A	R,B,A	R	R	R	R,B,L	R,L	A,R	R,M	B,A,R
	2002	R,B	R,B	R,T,A	R,L	R,L	R,B,T,L	R	R	R,M	M,F	–	–
	2003	–	B,T,A	B,T,L,A	L,R	L,R	R	R	R				
P. harlandii	2000									R	R,M	R,M,F	R,F
	2001	–	B	B,T	T,L,A	A,R	R	R	R	R,M	R,M	R,M,F	R,F
	2002	R	R	R,B,A	R,B,T,A	R,B,T,L,A	R,L,A	R,L,A	R	R,M	M	M,F	F
	2003	F	–	B	B,T	T,L	A	R	R				
P. nantoensis	2000										R,M	R,M	R,F
	2001	B,T	B,T	T	T,L	T,L,A	L,R	L,R	L,R	M,F	F	–	–
	2002	–	–	B,T	T,L	L	T,L,A	L,R	R,M	M	M,F	F	F
	2003	–	–	B,T	T,L	T,L,A	R	R	R				

*The abbreviation of the genus names are as the followings. Ca., *Castanopsis*; Cy., *Cyclobalanopsis*; P., *Pasania*; Q., *Quercus*.

表2. 關刀溪森林生態系殼斗科植物之物候調查結果；觀察期間從2000年9月至2003年8月；各物候期之代號如後(B，抽芽期；T，幼葉期；L，展葉期；A，開花期；R，結果期；M，熟果期；F，落果期；D，落葉期)(續)

Table 2. Phenological phases of the trees belonging to the family Fagaceae in the Guandaushi forest ecosystem (B, budding phase; T, tender leaf phase; L, leafing phase; A, flowering phase; R, fruiting phase; M, mature fruiting phase; F, fruit falling phase; D, leaf falling phase) (continued)

Species*	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
P. hancei	2000									R	R,M	R,M,F	F
	2001	—	B	T,L,A	L,A	A,R	A,R	R	R	R	R,M,F	M,F	M,F
	2002	—	B	T,L,A	L,R	L,R	B,T,A,R	A,R	R	R,M	M	M,F	F
	2003	—	—	B,T,A	T,L,A,R	L,R	L,R	R	R				
P. konishii	2000									R	R,M,F	M,F	F
	2001	A,R	B,A,R	B,T	T,L	A	R	T,L,R	R	R	R	R,M,F	—
	2002	—	A	R	B	T,L	B,T,L,A	A	R	A,R	R	R	—
	2003	—	—	B	T,L	T,L	A	R	R				
P. synbalanos	2001								R	R	R,M	R,M	R,M,F
	2002	F	F	—	—	B	T,L,A	L,A,R	R	R	R	M,F	M,F
	2003	R	R	R,B	R,T,L	R,L	A,R	R	R				
P. glabra	2000										R,M	A,R,M,F	A,R
	2001	A,R,B,T	R,B,T	R,T	T,L	T,L,R	T,L,A,R	A,R	A,R	A,R	M,F	M,F	A,M,F
	2002	—	B,T	T	T,L	L,A,R	B,T,L,R	B,T,L,R	T,L,R	T,A,R	A,R	A,M,F	R,M,F
	2003	R,F	R,B	T,L,A	L,A,R	R	R	R	R,A				
P. glabra	2001					T,L	T,L	T,L	T,L	T,L	L	—	—
(caught in	2002	—	B,T	T,L	T,L	L	B,T,L	T,L	T,L	L	—	—	—
wildfire)	2003	—	B	B,T,L,A	T,L,A,R	L,R	R	R	R,A				
Q. variabilis	2000										R	R,M,F	F,B,T
	2001	B,T,L	B,A	T,L,A	T,L	L,R	R	R	R	R	D,M,F	D,M,F	D,F
	2002	D	B,T,A	L,A,R	L,R	L,R	T,L,R	R	R	R	D,R	D,M	D,M,F
	2003	D	B,T,A	T,L,A	L,R	L,R	L,R	R	R				
Q. variabilis	2001				T,L	T,L	T,L	T,L	L	L	—	D	D
(caught in	2002	D	B,T,A	L,A,R	L,R	L,R	B,T,L	L	—	—	D	D	D
wildfire)	2003	D	B,T,A	T,L,A	L	L	L	—	—				

*The abbreviation of the genus names are as the followings. Ca., *Castanopsis*; Cy., *Cyclobalanopsis*; P., *Pasania*; Q., *Quercus*.

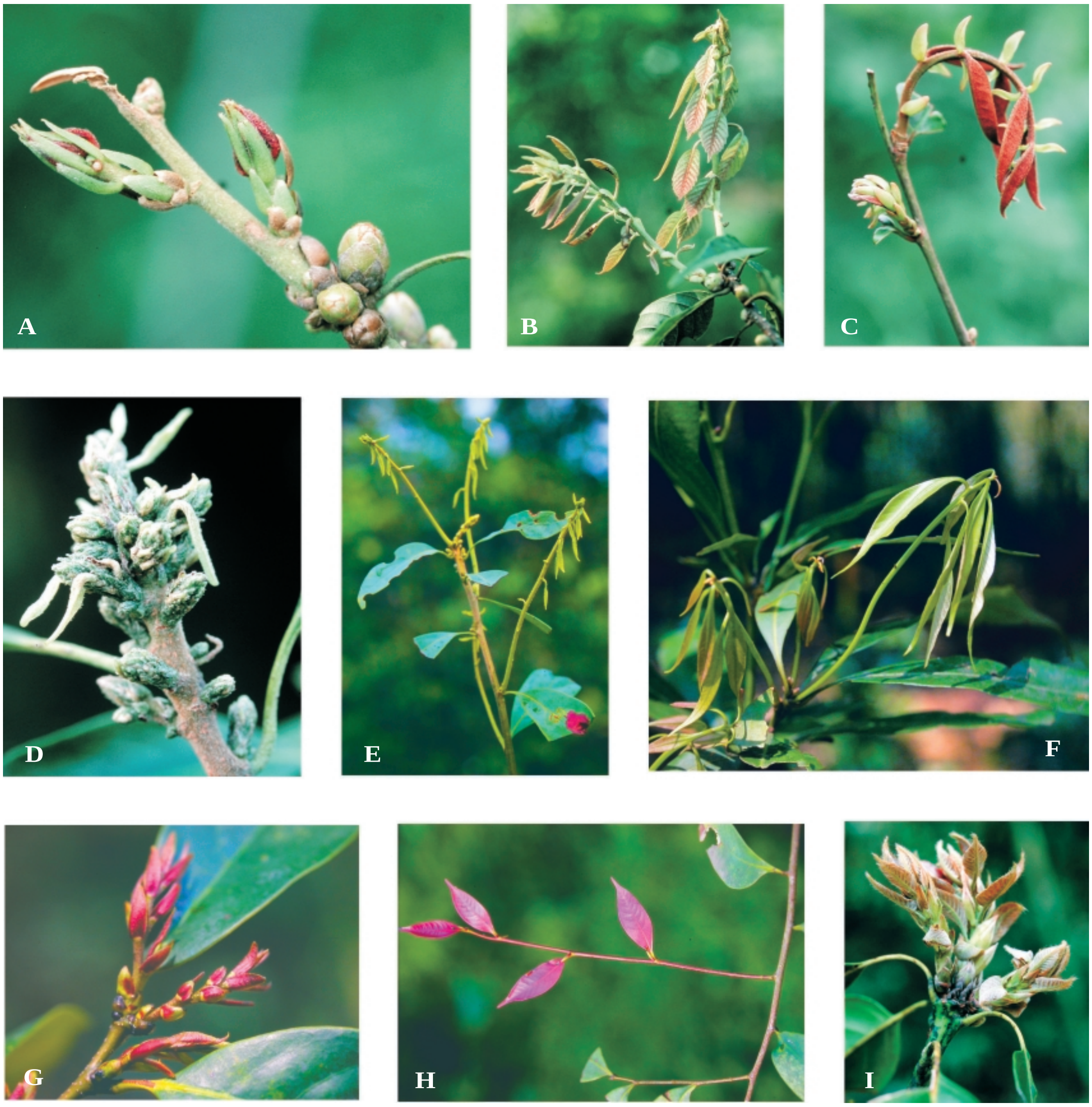

圖3. 殼斗科植物之抽芽及幼葉。(A，小西氏石櫟抽芽；B，小西氏石櫟幼葉；C，火燒柯幼葉；D，石櫟抽芽；E，石櫟幼葉；F，南投石櫟幼葉；G，川上氏櫧新芽；H，川上氏櫧幼葉；I，短尾葉石櫟幼葉。)

Fig. 3. Budding and tender leaves of Fagaceae. (A, budding of *Pasania konishii*; B, tender leaf of *Pasania konishii*; C, tender leaf of *Castanopsis fargesii*; D, budding of *Pasania glabra*; E, tender leaf of *Pasania glabra*; F, tender leaf of *Pasania nantoensis*; G, budding of *Castanopsis kawakamii*; H, tender leaf of *Castanopsis kawakamii*; I, tender leaf of *Pasania harlandii*.)

的有川上氏櫧、火燒柯、短尾葉石櫟與小西氏石櫟4種，圓果青剛櫟則在4月抽芽。

依2002年的調查，僅有一次抽芽期的有6種，其中在2月抽芽的有栓皮櫟，在2-3月的有反刺櫧，在3月的有青剛櫟與南投石櫟，短尾葉石櫟則在3-5月抽芽，菱果石櫟在5月抽芽。川上氏櫧、火燒柯、圓果青剛櫟、三斗石櫟、小西氏石櫟、石櫟與栓皮櫟的火燒樣株在2002年均出現兩次抽芽期，先在1-4月間首次抽芽，而後在6月再出現另外一次抽芽期；此外，火燒柯分別在6月及8-9月抽芽；小西氏石櫟於4月時原已抽芽長出幼葉，之後因缺水造成幼葉枯萎，6月降雨後其幼葉才又長出。在2003年，12種觀察樣木的抽芽期均發生在2-3月，其中石櫟與栓皮櫟在2月，圓果青剛櫟在2-3月，其餘9種均在3月。

12種殼斗科植物在2001年及2003年之抽芽期均在1-4月間，其中以2-3月期間抽芽最密集 (圖4)；而2002年有半數的物種出現兩次抽芽現象，推測與抽芽前長時間未降雨有關。反刺櫧的抽芽期在2001至2003年均發生在2-3月；川上氏櫧的抽芽期在2001年爲2-3月，2003年在3月抽芽，但在2002年則分別於3月及6月各發生一次。火燒柯在2001年的抽芽期爲2-3月，2003年在3月抽芽，而2002年則分別在6月及8-9月各發生一次。青剛櫟的抽芽期均在3月發生。圓果青剛櫟於2000年12月至隔年3月抽芽，2002年則分別在3月及6月各抽芽一次，2003年在3月抽芽。短尾葉石櫟在2001年的抽芽期爲2-3月，2002年在3-5月，2003年在3-4月。南投石櫟在2001年的抽芽期爲1-2月，2002及2003年均在3月。三斗石櫟在2001年的抽芽期爲2月，2002年則分別在2月及6月，2003年則在3月。小西氏石櫟在2001年的抽芽期爲1-2月，2002年則分別在4月及6月各一次，2003年在3月抽芽。菱果石櫟2002年在5月抽芽，2003年則在3月。石櫟在2001年的抽芽期爲1-2月，2002年分別在2月及6-7月，2003年在2月抽芽。栓皮櫟在

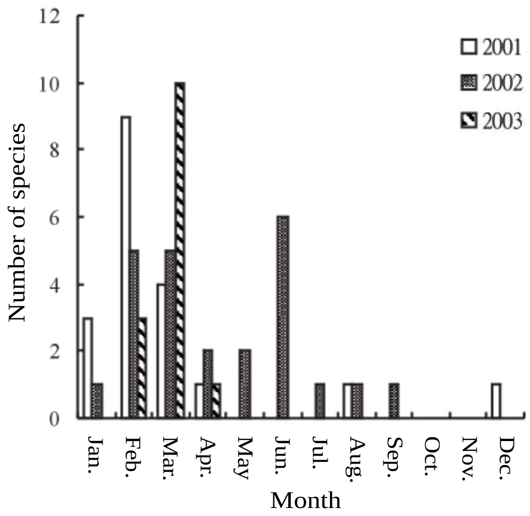

圖4. 2001至2003年各月份殼斗科抽芽種數。

Fig. 4. Numbers of species of Fagaceae at the budding phase for calendar months in 2001 to 2003.

2000年12月至隔年2月抽芽，2002及2003年均在2月。

石櫟的火燒樣木2002年分別在2月及6月各抽芽一次，2003年在2-3月抽芽。栓皮櫟的火燒樣木與未火燒樣木在2002及2003年均於2月抽芽，但火燒樣木在2002年6月多抽一次芽。

二、落葉期

所觀察的12個物種中，僅栓皮櫟有落葉現象，落葉期在2000及2001年均是從12月至隔年1月。栓皮櫟火燒樣木在2001年於11月至隔年1月落葉，而2002年的落葉期爲12月至隔年1月。

三、開花期

殼斗科有雌花及雄花序的區別，爲同株異花的植物(圖5A至圖5D)。觀察時發現多數樣株之雄花會先開而後雌花才開(圖5E、圖5F)，如此可以避免自花授粉。殼斗科植物的

圖5. 殼斗科植物之開花現象。(A，川上氏櫧雄花；B，川上氏櫧雌花；C，栓皮櫟雄花；D，栓皮櫟雌花；E，小西氏石櫟雄花謝雌花開；F，石櫟雄花謝雌花開；G，川上氏櫧花序與幼葉同時抽出；H，圓果青剛櫟花序與幼葉同時抽出；I，栓皮櫟花序與幼葉同時抽出；J，短尾葉石櫟幼葉及剛抽出之花序；K，短尾葉石櫟葉展開，花序抽長；L，三斗石櫟葉展開及開花；M，石櫟開花。)

Fig. 5. Flowers of Fagaceae. (A, staminate of *Castanopsis kawakamii*; B, pistillate of *Castanopsis kawakamii*; C, staminate of *Quercus variabilis*; D, pistillate of *Quercus variabilis*; E, monoecious inflorescence of *Pasania konishii*; F, inflorescence with both staminate and pistillate of *Pasania glabra*; G, inflorescence and budding of *Castanopsis kawakamii*; H, pistillate inflorescence and tender leaf of *Cyclobalanopsis globosa*; I, inflorescence and budding of *Quercus variabilis*; J, inflorescence and tender leaf of *Pasania harlandii*; K, inflorescence and leafing of *Pasania harlandii*; L, inflorescence and leafing of *pasania hancei*; M, inflorescence and leafing of *Pasania glabra*.)

開花時間很短，大多數的花期約為2-4週。開花期多集中在2-6月(圖6)。其開花現象可略區分為：(1)抽芽同時花芽也一起生長，隨著幼葉的開展，花序跟著抽長，花苞也發育膨大展開，可以同時看到花與幼葉同時生長的現象；例如川上氏櫧(圖5G)、圓果青剛櫟(圖5H)及栓皮櫟(圖5I)。(2)幼葉抽長嫩葉長出之後花序才生長，即幼葉與花序出現有一段時間區隔；例如青剛櫟、短尾葉石櫟(圖5J、圖5K)、南投石櫟、三斗石櫟(圖5L)、小西氏石櫟及菱果石櫟。(3)葉展開後才開花；如火燒柯及石櫟(圖5M)。

反刺櫧、川上氏櫧、青剛櫟、短尾葉石櫟、南投石櫟、菱果石櫟及栓皮櫟等7種每年開花一次；火燒柯、石櫟及小西氏石櫟3種一年內有兩次開花期；圓果青剛櫟於2001年分別於3-4月、10月及12月開花，但2002年僅於3月開一次花，2003年於2-3月開花；而三斗石櫟在2001年3-6月開一次花，在2002年3月及6-7月分別開花，2003年於3-4月開花，連續三年開花期均在不同的月份。

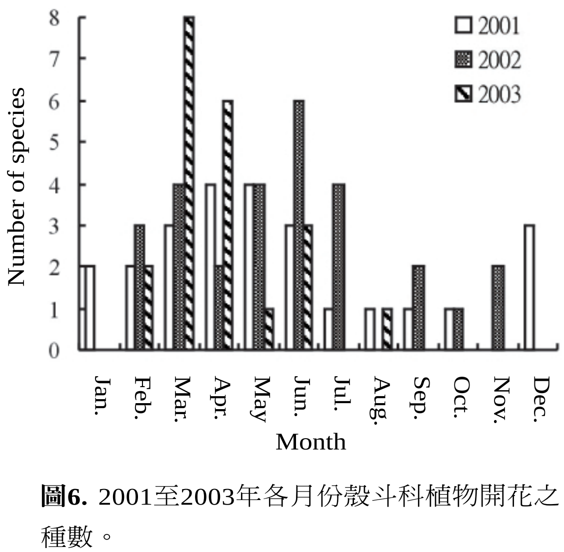

圖6. 2001至2003年各月份殼斗科植物開花之種數。

Fig. 6. Numbers of species of Fagaceae at the budding phase for calendar months in 2001 to 2003.

石櫟之火燒樣木2001及2002年連續兩年均未開花，2003年則與未遭火燒之植株同於3-4月開花；栓皮櫟的3株火燒樣木，2002年有1株於2-3月開花，但於2002年11月死亡；另外2株樣木隔了兩年才開始開花，開花期為2003年2-3月，開花月份與未遭火燒之對照樣株同時。

四、結果期至落果期

殼斗科植物果實外殼斗之形態多樣(圖7)，為分類之重要依據。殼斗科之結果期是物候週期中為時最久的。所調查的12種中，開始結果的季節並不一致，與開花期有關。5至9月是其結果之高峰期(圖8)，各物種之果熟期相當接近，均在8至12月(圖9)，但是石櫟於每年8-9月果實發育已接近成熟階段時均會再開一次花(圖7L)。9-11月為果熟盛期；而落果期在9月至隔年2月間。

短尾葉石櫟及三斗石櫟在2001年開花所結的幼果似乎並未發育，有休眠的果枝留存於樹上一年餘(圖10)，此現象有待進一步監測。

討 論

2001年在關刀溪森林生態系所調查之殼斗科物種均只有一次抽芽期；2002年川上氏櫧、圓果青剛櫟、三斗石櫟、小西氏石櫟及石櫟在6月另有一次抽芽期。在2001年10月至2002年5月有一較長的乾旱期(圖11)，推測可能是長期乾旱後的降雨，促使這些物種又再度抽芽。此外，小西氏石櫟於2001年2-3月抽芽，在2002年4月時原已抽芽並長出幼葉，後因未降雨造成幼葉全數枯萎，至6月降雨後才又長出幼葉，推測此物種可能是藉由本身的形態調節來適應氣候的變化。

研究發現火燒柯、圓果青剛櫟、石櫟及小西氏石櫟在2001年有2次或2次以上的開花期；2002年火燒柯、三斗石櫟及小西氏石櫟

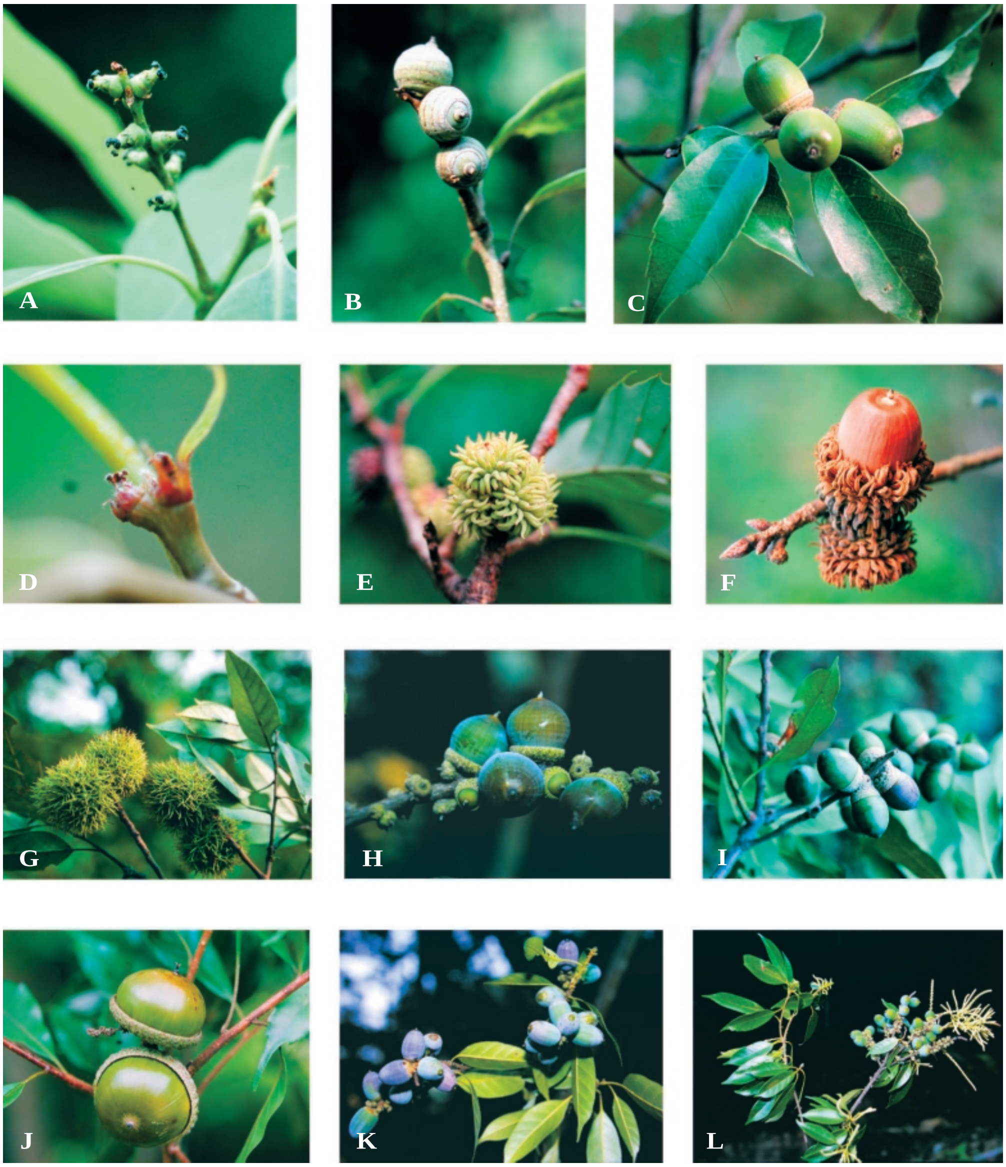

圖7. 殼斗科植物結果狀況。(A，圓果青剛櫟初果；B，圓果青剛櫟幼果；C，圓果青剛櫟熟果；D，栓皮櫟初果；E，栓皮櫟幼果；F，栓皮櫟熟果；G，川上氏櫧果實；H，短尾葉石櫟熟果；I，三斗石櫟熟果；J，小西氏石櫟熟果；K，石櫟熟果；L，石櫟近成熟之果與花序同時出現。)

Fig. 7. Fruits of Fagaceae. (A, younger immature fruiting of *Cyclobalanopsis globosa*; B, immature fruiting of *Cyclobalanopsis globosa*; C, mature fruiting of *Cyclobalanopsis globosa*; D, younger immature fruiting of *Quercus variabilis*; E, immature fruiting of *Quercus variabilis*; F, mature fruiting of *Quercus variabilis*; G, mature fruiting of *Castanopsis kawakamii*; H, mature fruiting of *Pasania harlandii*; I, mature fruiting of *Pasania hancei*; J, mature fruiting of *Pasania konishii*; K, mature fruiting of *Pasania glabra*; L, flowering phase and fruiting phase can happen simultaneously of *Pasania glabra*.)

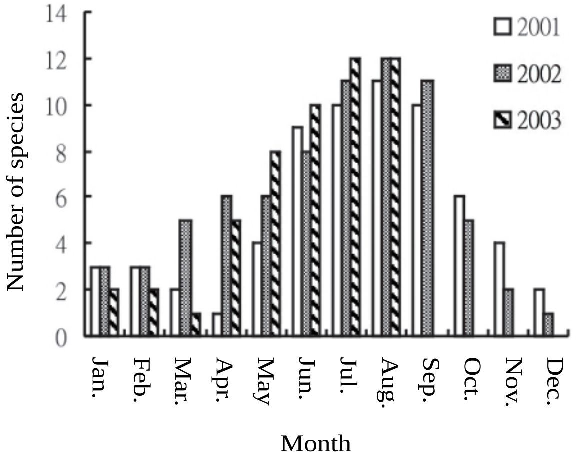

圖8. 2001至2003年各月份殼斗科結果種數。

Fig. 8. Numbers of species of Fagaceae at the fruiting phase for calendar months in 2001 to 2003.

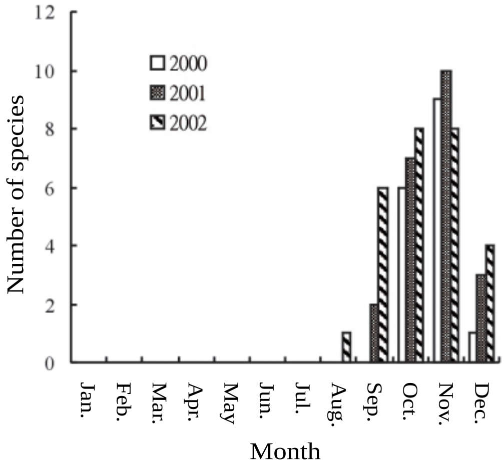

圖9. 2000至2002年各月份殼斗科果熟種數。

Fig. 9. Numbers of species of Fagaceae at the mature fruiting phase for calendar months in 2001 to 2003.

圖10. 短尾葉石櫟當年生之結果枝條(A)與休眠之果枝(B)。

Fig. 10. The new fruiting branch(A) and dormant fruiting branch(B) of *Pasania harlandii*.

有2次開花期，且在2次開花期間僅間隔1-3個月。火燒柯、圓果青剛櫟及小西氏石櫟一年開2次花，而石櫟一年則開花多次。其開二次花的機制爲何？開花後是否結果？所結之果實是否完全發育？有待進一步的觀察。這些一年開花二次以上的物種雖然均有一明顯的開花盛期出現，或許非盛期之開花現象對其更新繁殖更加重要，因台灣多颱風豪雨，而殼斗科植物之花果期與颱風期相近，若於開花期或結果期間遭颱風吹襲，可能對殼斗科植物的繁殖造成相當大的影響，但若遭颱風吹襲後再開花結實，或可使果實有比較多的機會可以發育成熟，得到較多的更新機會。這些假設有待長期監測加以證實。

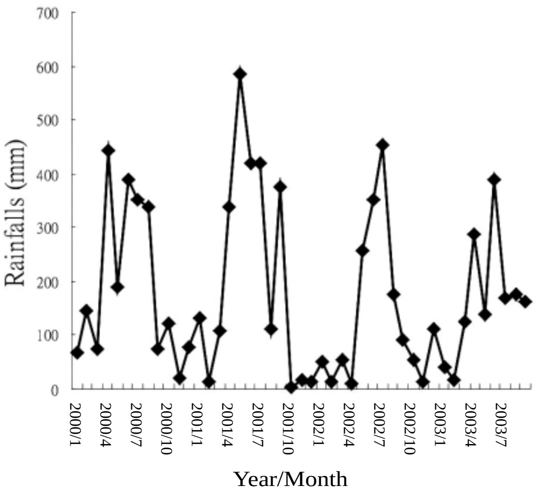

圖11. 關刀溪地區2000年1月至2003年9月之雨量。

Fig. 11. Monthly rainfalls in the Guandaushi forest ecosystem in 2000 to 2003.

一般認爲殼斗科植物之物候週期與多數植物同爲每年一個循環，但本研究發現部分殼斗科植物之物候週期可能以兩年爲一個週期，如短尾葉石櫟、石櫟及三斗石櫟，具有休眠的結果枝(圖10)會留存在樹上至隔年才開始發育膨大，果期約1年半；此外其餘未觀察到休眠結果枝的物種是否僅爲一年一循環，仍有待進一步再觀測證實。

石櫟之火燒樣木在2001及2002年連續兩年均未開花，2003年則與未遭火燒植株同時開花；栓皮櫟存活的2株火燒觀測樣木經過兩年後，於2003年同樣與未遭火燒植株同於2-3月開花。林火發生時會影響植物的物候週期，但火燒一段時間後石櫟及栓皮櫟會逐漸恢復其原來的物候週期。

結　論

本研究於2000年9月至2003年8月間觀測關刀溪森林生態系內12種殼斗科植物的物候期，其中僅栓皮櫟是落葉性植物。所有觀察物種的果熟期均在8至12月，而落果期都在9月至隔年2月間。關刀溪森林生態系中殼斗科植物所呈現的物候週期爲一年一循環或兩年一循環。

三年之調查結果發現，關刀溪森林生態系內殼斗科植物之抽芽較密集的時期集中在2-4月，且由於外在環境的改變，這些物種可能是藉由本身的調節作用(生理或形態)來適應氣候的變化。例如2001年在關刀溪森林生態系所調查之殼斗科物種均只有一次抽芽期；2002年川上氏櫧、圓果青剛櫟、三斗石櫟、小西氏石櫟及石櫟在6月另有一次抽芽期，因在2001年10月至2002年5月有一較長的乾旱期，推測可能是長期乾旱後的降雨，促使其再度抽芽。

開花期則較爲歧異，當地的殼斗科植物全年均有物種在開花，且每年之開花次數變化相當大，其中反刺櫧、川上氏櫧、青剛櫟、三斗石櫟、短尾葉石櫟、南投石櫟、菱果石櫟與栓皮櫟8種每年開花一次，火燒柯、小西氏石櫟一年內有兩次的開花期，石櫟一年開花多次，而圓果青剛櫟在2001與2002年分別開花2次及1次。這些一年開花二次以上

的物種雖然均有一明顯的開花盛期出現，或許非盛期之開花現象對其更新繁殖更加重要。因台灣多颱風豪雨，而殼斗科植物之花果期與颱風期相近，若於開花期或結果期間遭颱風吹襲，可能會造成殼斗科植物落花或落果，但遭颱風吹襲後再開花結實，可使該物種有多一次的更新機會，這些假設有待長期監測加以證實。

一般認爲殼斗科植物之物候週期與多數植物同爲每年一個循環，但本研究發現部分殼斗科植物之物候週期可能以兩年爲一個週期，如短尾葉石櫟、石櫟及三斗石櫟，觀察得知其具有休眠的結果枝會留存在樹上至隔年才開始發育膨大；此外其餘未觀察到休眠結果枝的物種是否僅爲一年一循環，仍有待進一步再觀測證實。但當地殼斗科植物的果熟期多在9月至12月間。

石櫟之火燒樣木在2001及2002年連續兩年均未開花，2003年則與未遭火燒植株同時開花；栓皮櫟存活的2株火燒觀測樣木經過兩年後，於2003年同樣與未遭火燒植株同於2-3月開花。推測在林火發生時會影響植物的物候週期，但火燒對植物影響的時間過後，石櫟及栓皮櫟會逐漸恢復其原來的物候週期。

引用文獻

伍淑惠。1999。梅峰地區植物相與植群之研究。台灣大學森林研究所碩士論文。

何豐吉。1968。恆春墾丁公園植物之開花結果時期以及花、果色彩之調查。省立博物館科學年刊 11: 84-107。

何豐吉。1971。恆春墾丁公園植物之開花結果時期以及花、果色彩之調查(續)。省立博物館科學年刊 14: 47-60。

呂金誠、歐辰雄。1996。關刀溪長期生態研究區森林植群之初期研究。中興大學實驗林研究彙刊 18(1): 77-108。

呂理昌。1990。玉山國家公園植物開花物候週期之研究(塔塔加~玉山主峰)。內政部營建署玉山國家公園管理處。88頁。

林志銓。1999。惠蓀林場木荷及大頭茶開花物候之研究。中興大學森林研究所碩士論文。

林國銓、黃吳清標、劉哲政。1997。福山試驗林天然闊葉樹之物候現象。台灣林業科學12(3): 347-353。

紀美燕。1995。植物物候觀測與在自然教育之應用研究-以溪頭森林遊樂區爲例。國立台灣大學森林研究所碩士論文。

梁立明、陳明義。2000。關刀溪森林生態系台灣二葉松與台灣五葉松之物候現象。林業研究季刊 22(3): 69-80。

章樂民。1950。林業試驗所植物園樹木生活週期之觀察。台灣省林業試驗所通訊 53: 389-392。

曾麗蓉。1999。惠蓀林場台灣榕開花物候與授粉生態之研究。中興大學森林研究所碩士論文。

廖日京、何豐吉。1970。樹木與四季之關係。省立博物館科學年刊 13: 47-51。

劉業經、呂福原、歐辰雄。1994。台灣樹木誌(增補修訂版)。國立中興大學農學院叢書第7號。

Judd , W. S., C. S. Campbell, E. A. Kellogg and P. F. Stevens. 1999. Plant systematics. Sinauer Associates, Inc.

Seghieri, J., C. Floret and R. Pontanier. 1995. Plant phenology in relation to water availability: Herbaceous and woody species in the savannas of northern Cameroon. Journal of Tropical Ecology 11: 237-254.