

生物群居的特性

高中組生物科第二名

市立第一女子高級中學

作者：朱美娟、林佩如、趙振瑞、何怡澄
指導教師：林 英 子

一、動 機：

去年我們曾用紅果繩探討同種生物會因不同的生活環境而改變其遺傳性狀。這次我們進一步欲探討同一環境中各種生物間彼此的關係，並以植物作為我們主要的研究對象。我們常常可以看見草地上各種雜草群居在一起，而農作物却往往需要藉輪種來維持土壤的沃度，這其中代表何種意義呢？再則，我們常可見，只要有芒草或竹子生長的地方，就幾乎沒有他種植物生存，於是我們也對此種近似獨霸性的植物作一分析探討，來研究生物群居的特性。

二、原 理：

- (一)利用水耕法，試驗各種雜草吸收氮肥（銨鹽或硝酸鹽）的選擇或偏好情形，由各溶液 pH 值的改變（若吸收 NH_4^+ 則 pH 值下降，吸收 NO_3^- 則 pH 值升高）可得知雜草吸收氮肥或無機鹽類有無選擇性的情形。
- (二)萃取芒草根部分液，試以植物種子栽種之，由其萌芽情形，研究芒草對其他植物的影響。
- (三)用濾紙色層分析法配合蠟紙分段試驗法，把芒草根部分液之成分進行分析，並測定其對其他植物種子萌芽的影響。

三、實驗材料與方法：

- (一)雜草的栽種試驗：
 - 1 水耕試驗用藥品的配製：

	ml of 1M (NH ₄) ₂ SO ₄ solution	ml of 0.1 M CaCl ₂ solution	ml of 1M KH ₂ PO ₄ solution	ml of 1M Mg SO ₄ solution	ml of 1M KNO ₃ solution	Final Volume add H ₂ O to (ml)
(I) acid	3.12 (ml)	1.2	1.39	3.92	—	1000
(II) Base	—	1.2	1.39	3.92	4.84	1000

(I) pH 6 $\xrightarrow{\text{加入 1 \% KOH } 5 \text{ ml}}$ pH 7 ……第 1 種溶液

(II) pH 6 $\xrightarrow{\text{加入 1 \% HCl } 2 \text{ ml}}$ pH 5 ……第 2 種溶液

2 步驟：

(1) 找一塊長滿多種雜草的土地約六尺正方，拔取數種樣品分別為酸模、黃花蒿、臭菊、蒼耳（蒼耳）、車前草、下雨花、禾草，注意勿將植物根部破壞，用清水除去根部殘留土壤，再用無菌水洗淨。

(2) 把配製好的兩種化學溶液裝於錐形瓶中，每瓶 80 ml，再將 7 種雜草分別栽種。

↘ 錐形瓶上貼好標籤，標出 80 ml 的水平位置。

↘ 每種溶液分別栽種 7 種雜草各兩瓶。

□ 錐形瓶外以錫箔紙包好。

(3) 將裝置好的植物置於室外（最好是溫室），使其照常受光生長。

(4) 約每隔 2 ~ 3 天，將瓶內溶液用蒸餾水補足至 80 ml，用 pH meter 測量 pH 值的變化，並注意觀察其生長情形。

(5) 記錄並將 pH 值之變化繪圖表示。

(二) 芒草的研究：

1. 生態方面的研究：野外觀察並照相。

2. 生理方面的研究：

(1) 根部抽取液對種子的影響：

↘ 挖取芒草的根部：用清水將土壤洗去，再用無菌水洗淨，

用剪刀將根部剪碎，並用研鉢磨碎，加少許水，再經過濾，萃取出根部汁液。

ㄨ將芒草根部萃取液作三種處理①稀釋20倍，②稀釋 100 倍，③稀釋20倍且加熱（經高壓滅菌）。

ㄐ取白菜、萵苣、蕃茄種子，分別種植在盛有以上三種萃取液的培養皿中；另有部分種在盛有蒸餾水的培養皿中，作為對照組。


ㄒ各在第 2 天及第 4 天算出每個培養皿中的種子發芽率，記錄並比較。

ㄣ繼續觀察根部生長情形，比較在四種不同溶液下，各種植物根部的長度及發育情形並照相記錄。

(2)根部抽取液成分的分析：

ㄨ將原先搗碎、過濾所得的汁液，用濃縮機將汁液濃縮。

ㄨ配製溶劑：丙酮：酒精：水 = 1 : 1 : 1（展開劑）

ㄐ將濾紙修剪成之形狀，再將濃縮的汁液 0.03 ml，用毛細管滴在濾紙上，尖端 2 公分浸泡在溶劑中，利用上升法，約經16小時，汁液中的成分就被分離開來，溶劑上升距離有 22 cm。

ㄒ將 22 cm 依每 1 cm 長剪下，另剪 1 cm 之不含汁液的濾紙作為對照組，把這些濾紙按編號放在一張蠟紙上，間隔開，另備一盒子，舖上沾有蒸餾水之衛生紙，再將蠟紙置於衛生紙上，每 1 cm 之濾紙上種 3 個蕃茄種子，或 10 個白菜種子，並加入 150 μ l 的蒸餾水，分別觀察其生長情形，並照相記錄。

四、結果與討論：

(一)雜草栽種試驗：

1 茲將 14 天內對 pH 值的測量數據（表 1）及每次加水量（表 2）記錄列表。

2 將各種雜草對兩種溶液的 pH 值變化，繪圖顯示比較。（圖 1

~ 7) 。

3. 各圖顯示，第 1 種溶液 pH 值均下降，第 2 種溶液 pH 值均上升，可見每種雜草對銨鹽與硝酸鹽均有吸收，但稍微偏好吸收 NH_4^+ ，因此雜草對無機鹽類的吸收似無明顯的偏好或選擇性。

(二) 芒草的研究：

1. 生態觀察：

- (1) 我們走遍南港、汐止，往往看見長有芒草的小丘地，芒草有逐漸增加而佔優勢，又常看見一大片土地上全長滿了芒草而無其他植物，僅有蔓藤類如牽牛花等與芒草共存，竹子亦有此獨霸性。
- (2) 觀察芒草、竹子基部土壤附近，均無其他植物生長，又雖然有牽牛花攀附其上生長，但芒草和牽牛花根部相距甚遠，故我們推論芒草、竹子等的獨霸性，應與其根部有關，所以取芒草的根，作進一步分析研究。

2. 芒草生理方面的研究：

(1) 根部抽取液對種子的影響：

△ 蕃茄、白菜、萵苣種子種植後，各在第 2 天及第 4 天算出種子的發芽率並記錄繪圖。(圖 8)

△ 由圖 8 可知，芒草抽取液稀釋 20 倍，稀釋 100 倍，稀釋 20 倍且加熱及對照組(蒸餾水)中之種子萌芽率並無明顯的差別，故芒草根部分液對他種植物之發芽率影響比較不明顯。

□ 待數天後，比較根部長度，得對照組及稀釋 100 倍的根部較長，而稀釋 20 倍加熱與否的二組，根長度相同，且較前述二組短，可知芒草根部分液會影響他種植物根部的生長，且加熱不影響其抑制效力。

(2) 根部抽取液成分的分析：

△ 蕃茄種子各在濾紙中栽種，經 5 天後，其結果顯示芒草根部分液中對蕃茄種子萌芽有抑制作用的物質，至少有四種，它們可用濾紙色層分析法加以分離純化。

- α 白菜種子在各段濾紙中栽種，經四天後，其結果與蕃茄一樣，顯示這種抑制物質，對各種植物根的生長沒有選擇性。
- 將各編號的種子平均長度繪圖表示（圖 9、10）。

五、結 論：

- (一) 生物群居是生態學上的一大課題，藉著群居的各種特性而暫時維持整個生態系的平衡。經實驗所得，各種雜草對於氮肥的吸收較無選擇性，所以容易生長，容易蔓延，亦可以群居在一起。
- (二) 芒草或竹子等植物不與他種植物群居，因其根部分泌物質，對其他植物的種子發芽率影響較不明顯，但却抑制他種植物根部的生長，使得他種植物繁殖力降低，故芒草逐漸佔優勢。所以芒草、竹子類在生態中具有相當的獨霸性。而且其根部所分泌的抑制物質用濾紙色層分析法，可分離出四種抑制物質，這些物質加熱 100 °C 也不會減低其抑制力，值得進一步研究。
- (三) 實驗(一)部分中，原先我們配製的兩種化學溶液，pH 值均為 6，但我們將 I 溶液調成 pH7，II 溶液調成 pH5，主因 I 溶液被吸收 NH_4^+ 後，pH 值會下降，如溶液變成太酸，易對植物造成傷害，影響實驗結果。II 溶液中因 NO_3^- 被吸收後 pH 值會上升，上升太多亦容易對植物造成傷害，故實驗中我們採納 pH = 7、pH = 5 兩組結果，因對植物幾無傷害，故誤差小，且可做較長時間的觀察。
- (四) 本實驗第一部份僅探討氮肥吸收情形，並未探討鉀肥及磷肥之吸收情形，主因氮肥為肥料三要素最主要成分，其他實驗有待以後繼續研究。
- (五) 雜草種植時，用清水、無菌水完全洗淨根部土壤，以防止遺留土壤物質而影響實驗中 pH 值數據，並小心防止根部被破壞，一旦草葉根部有腐爛的現象者，則不計其結果，以防影響正確 pH 值。
- (六) 實驗(一)種雜草的錐形瓶外用錫箔紙包住，乃因根有背光性，故防止根部照光。
- (七) 在芒草生態方面的觀察中，發現芒草不僅具有獨霸性，且生存力

極強，連水泥坡地之隙縫皆能生長。

- (八)實驗(二)芒草根部份分析中，所用溶劑是最普遍且無毒害，蒸發又快的丙酮和酒精，且揮發後，不會殘留在濾紙上，故不影響蠟紙分段試驗法，結果發現其分析能力甚佳。
- (九)欲測知一混合物內，那些成分對其他植物根的生長具有抑制力，可利用實驗中的濾紙色層分析法，配合蠟紙分段試驗方法，此技術為一簡易有效的方法值得推廣利用。
- (十)由去年探討同種紅果繩因地理分隔而影響其物種演化，至此次探討同一環境中各種植物群居的特性，在在證明了生物和環境間有著密不可分的关系。

六、參考文獻：

- (一) Joseph Arditti & Arnold Dunn, Experimental plant physiology. 1968. P.271. Holt, Rinehart and Winston, Inc, New York.
- (二)郝道猛. 1976, 生態學概論, 徐氏基金會出版。
- (三)蔡亭芬、鄭文菁, 1981, 真相大白——濾紙色層分析法的追蹤, 臺北市第14屆中小學科學展覽。
- (四)朱美娟、林佩如、趙振瑞、何怡澄、何秉真、汪嘉懿、林佳靜, 1982, 地理分隔與物種演化, 全國22屆中小學科學展覽優勝作品專輯, 臺灣科學教育館彙編。

表一

天數	植物 pH 溶液	A 酸模	B 黃花蒿	C 臭菊	D 藁耳	E 車前草	F 下雨花	G 禾草
		二	1	6.5	6.6	6.4	6.4	6.3
	2	6.3	6.2	6.3	6.2	6.2	6.2	6.1
四	1	6.0	6.6	6.3	6.4	5.5	6.7	6.8
	2	6.4	6.3	6.5	6.4	6.5	6.5	6.4
七	1	5.4	6.5	5.9	6.1	4.6	6.6	6.5
	2	6.3	6.5	6.9	6.6	6.9	6.6	6.7
九	1	5.5	5.8	5.6	5.8	4.2	5.6	6.1
	2	6.1	6.4	6.8	7.1	6.9	7.0	6.9
十四	1	3.4	4.9	3.8	4.6	4.6	5.8	3.9
	2	6.5	6.6	6.6	6.5	6.7	7.1	7.0

表二

天數	植物 加水 量 ml 溶液	A 酸模	B 黃花蒿	C 臭菊	D 藁耳	E 車前草	F 下雨花	G 禾草
		二	1	6.7	6	14.3	7	9.5
	2	10.3	11.5	14.8	8.3	12	4	6
四	1	4.5	3.5	13.5	5.3	6.8	1	3
	2	3	5	7.8	3.5	3.5	1.5	2.5
七	1	4.5	3	15.8	6.3	5	1	3
	2	3	5.5	16.3	6.5	7.8	6	3
九	1	3.8	2.8	11.5	2.5	4.5	0.5	2
	2	3.3	2	8.5	3	5.5	0.5	2
十四	1	28.5	11.3	34	13.5	17.8	3	10
	2	20.8	13.5	17.5	26.5	19	3	9

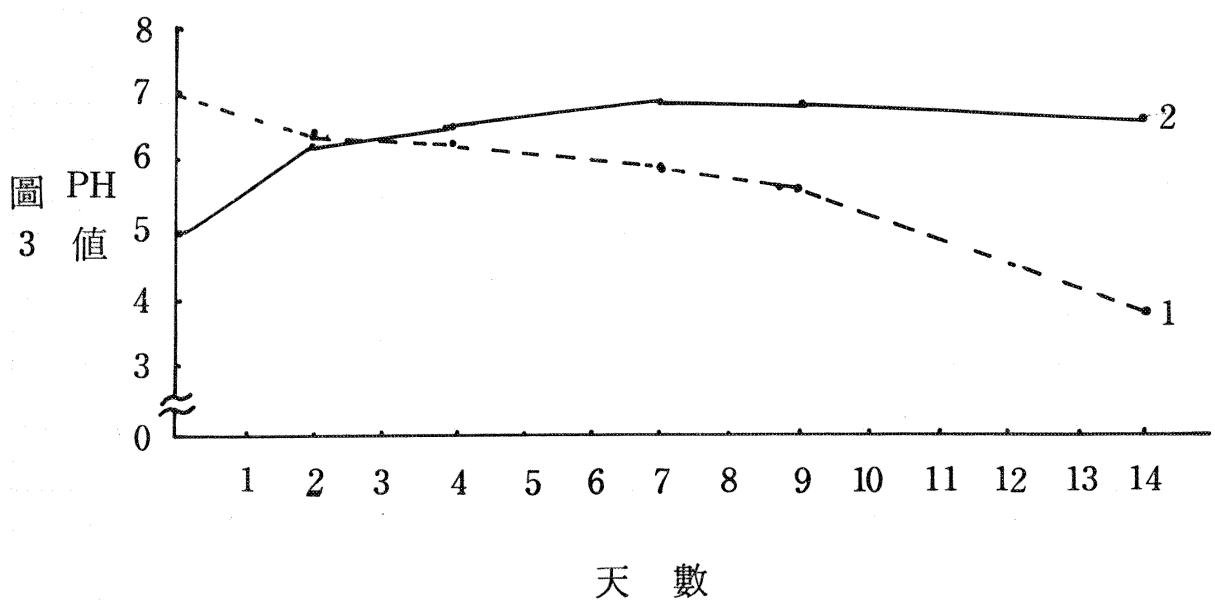
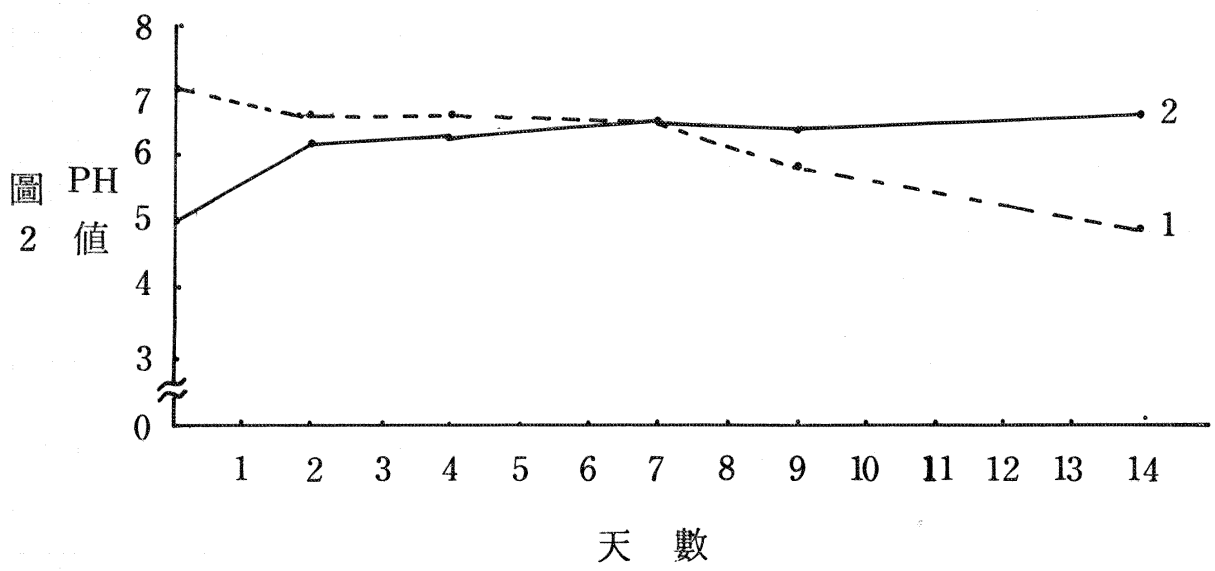
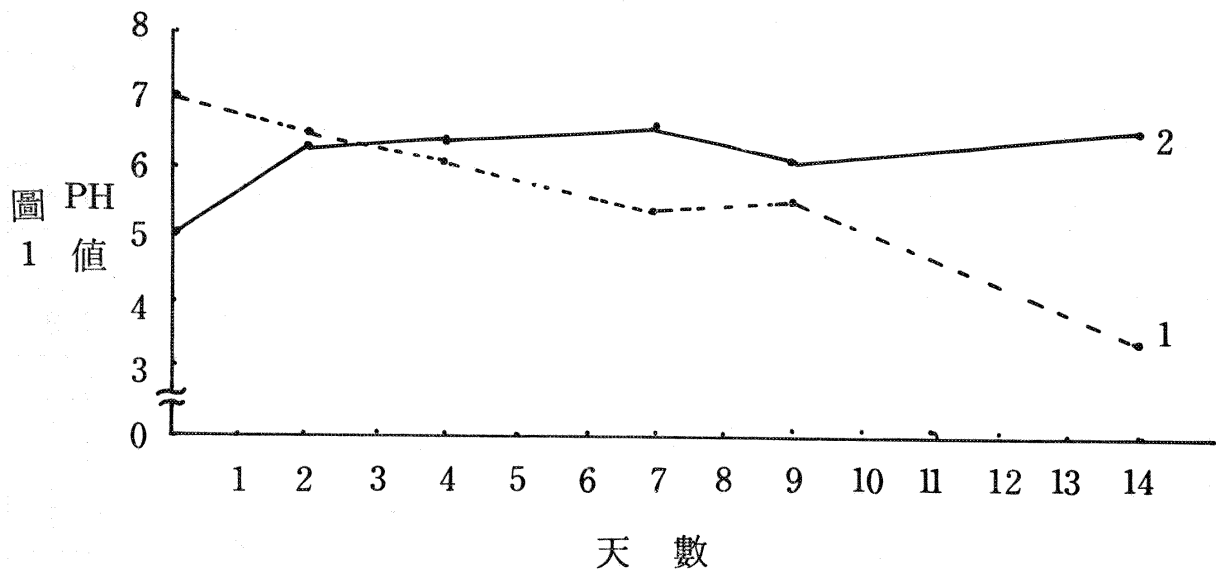


圖 4

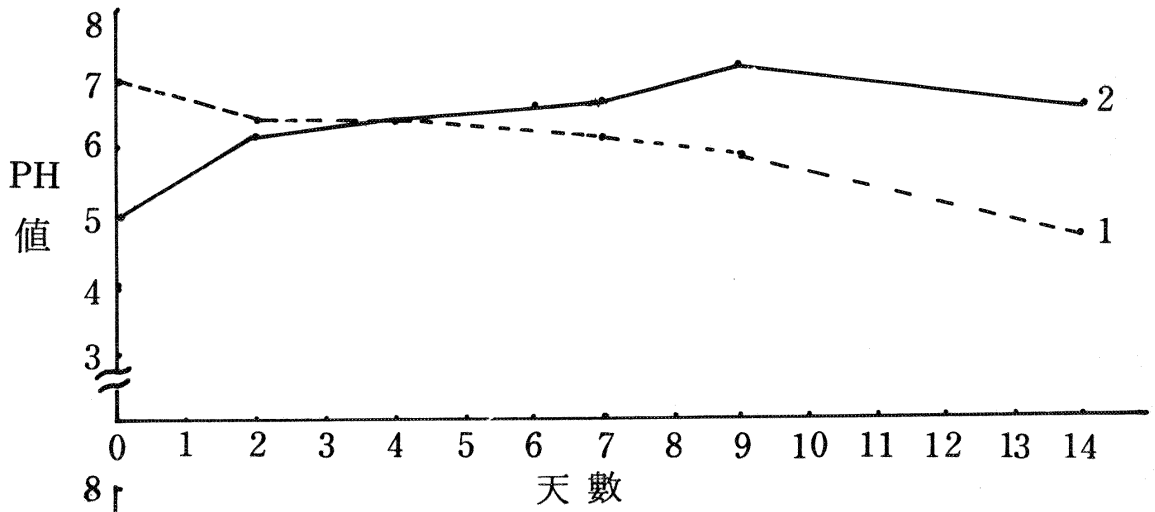


圖 5

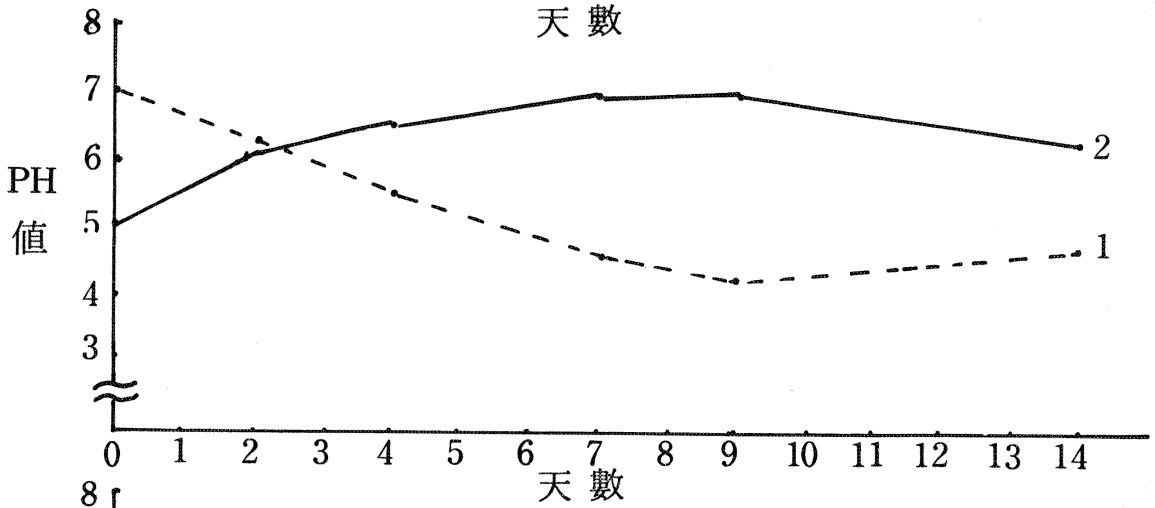


圖 6

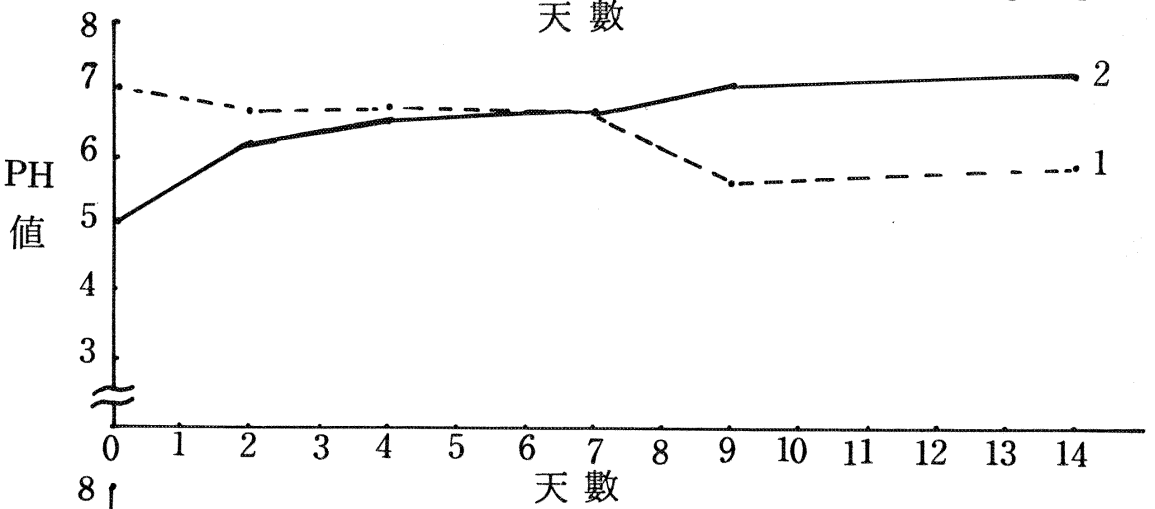


圖 7

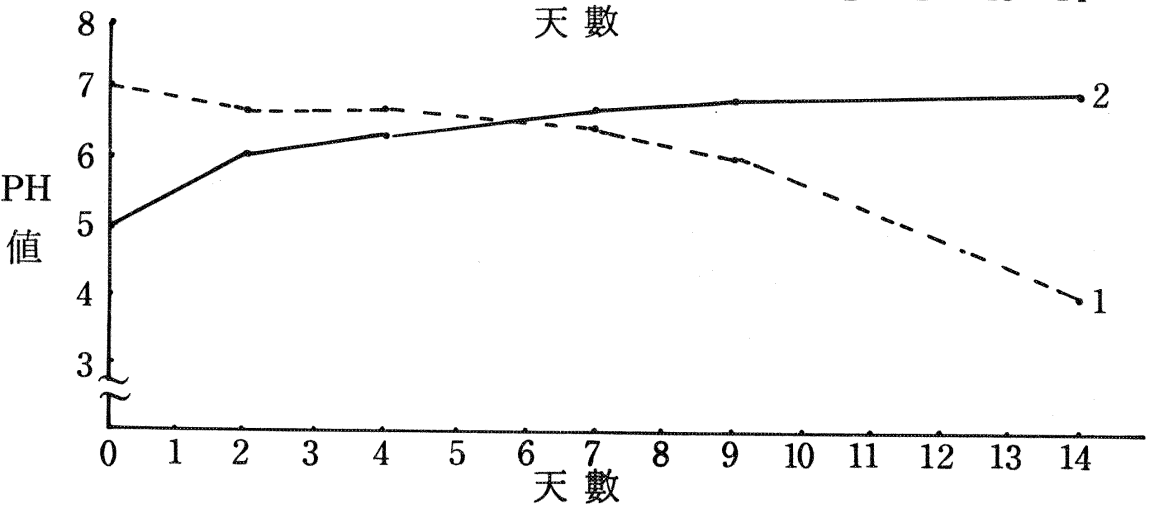
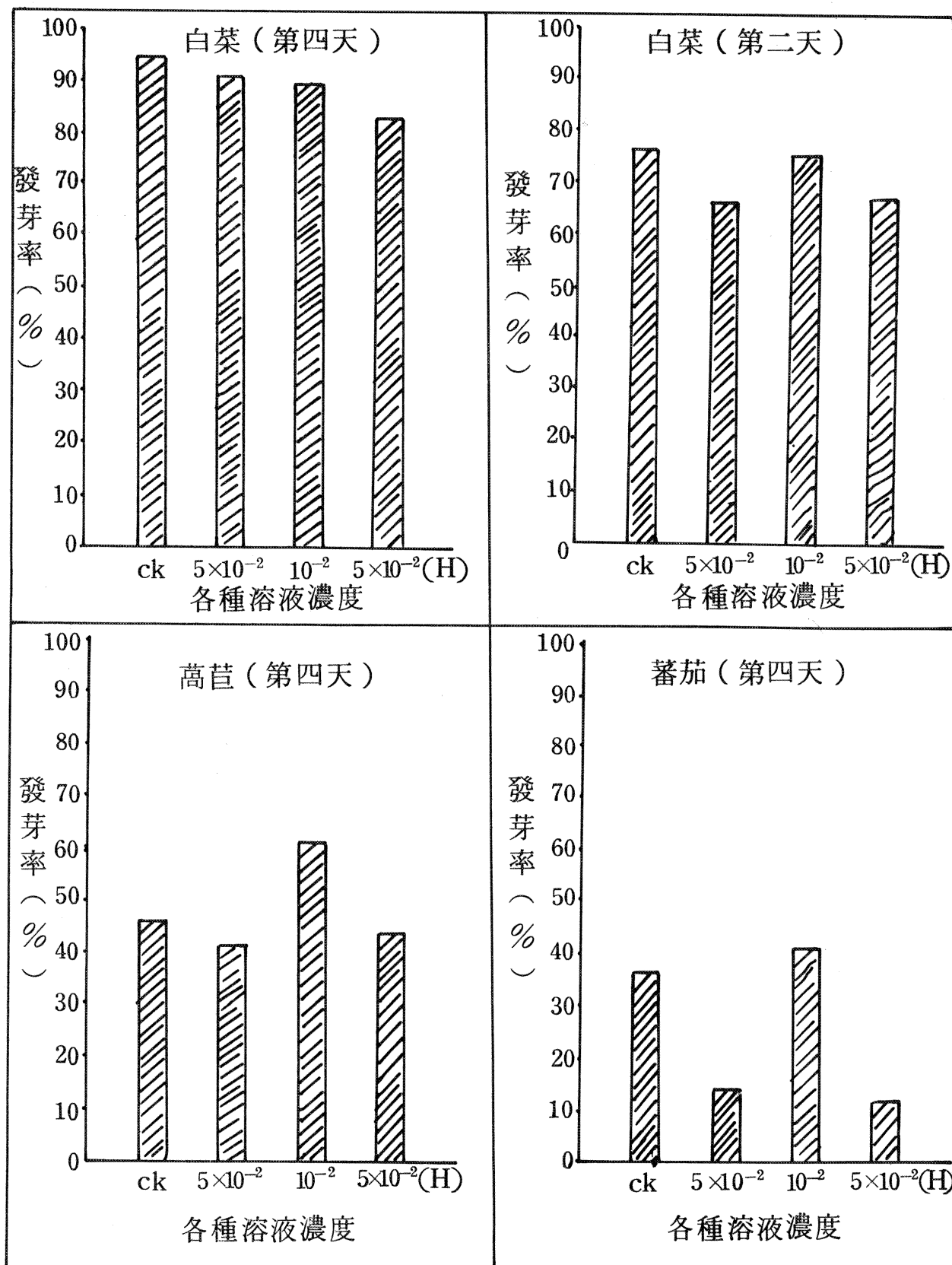


圖 8



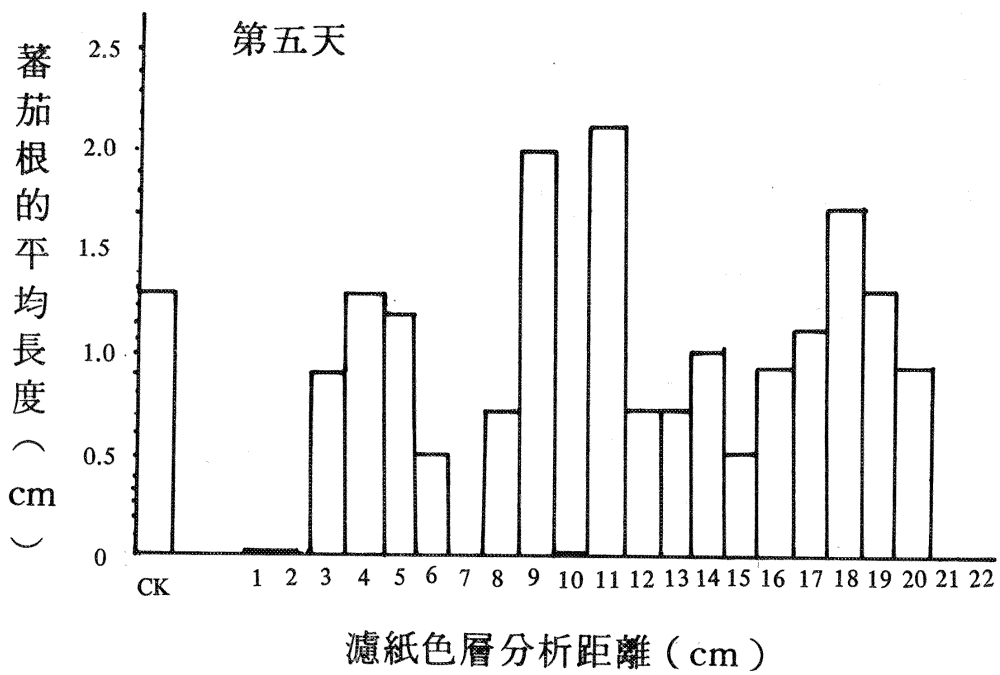


圖 9

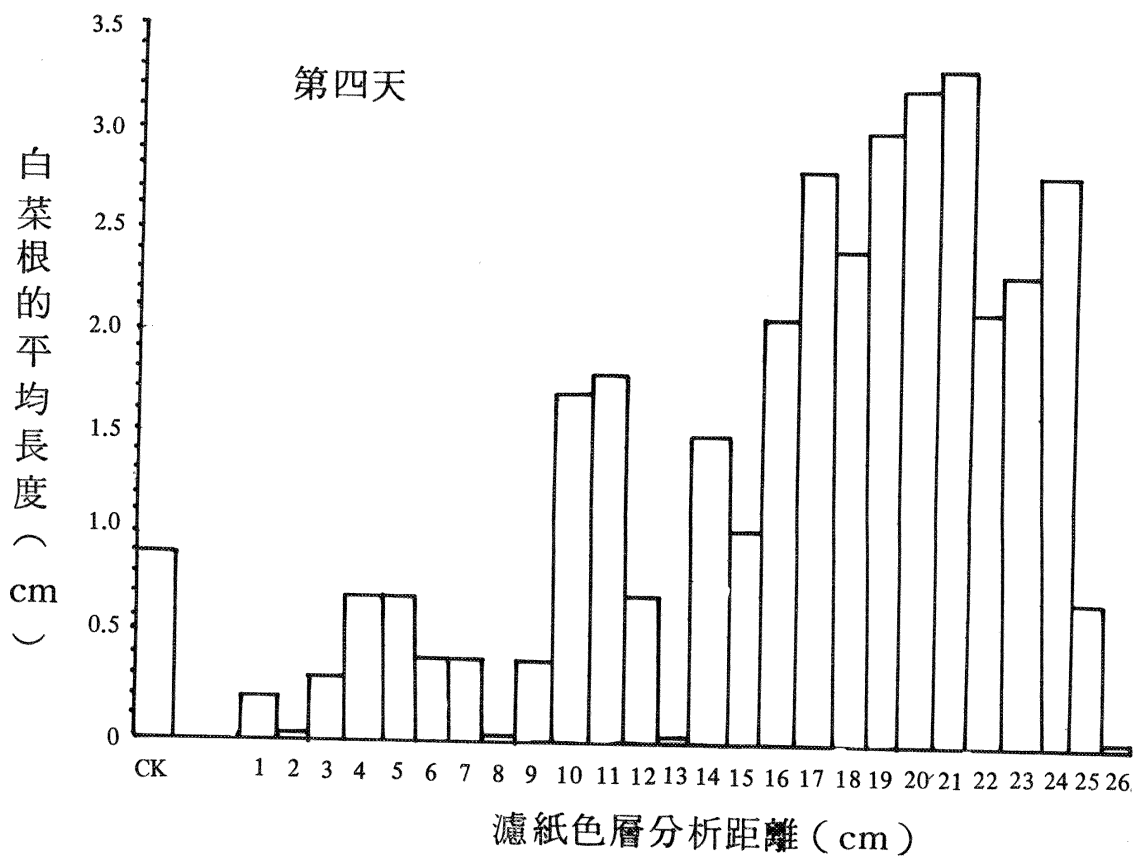


圖 10

評語：

題目是研究有關自然界植物種間競爭的機制，很有趣。由學生可以做得到的步驟，獲得部份證明。但在設計上及對答時缺少下列各項的資料：

- ①只研究芒草根中有抑制物質，而並沒有研討芒草根附近之土壤樣品。
- ②生物檢定法所用即使已稀釋的濃縮抽出液或許也比芒果根附近的土壤中含量要高。
- ③並沒有談到土壤或許也能吸着部份抑制物質。
- ④圖 8 蕃茄（第四天） 10^{-2} (M) 濃度的反應比對照組要高，解釋不明。