

中華民國第 57 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國中組 生物科

030313

有誰『感』進來！？～探討不同植物對周邊植物生長狀況的影響之研究

學校名稱：臺中市立新光國民中學

作者： 國二 劉佳蓁 國二 陳羿臻 國一 方廷文	指導老師： 蔡逢光
---	------------------

關鍵詞：玉米、水稻、化感作用

摘要

此研究想了解不同植物對周邊植物生長狀況是否有影響，針對水稻(水田)及玉米(旱田)作為此次研究主題，觀察是否會對周遭植物產生化感作用的影響。由實驗結果得知水稻抑制其他植物生長的能力很強，但水稻無法抑制部分物種，可能是這些物種有適應性，或是水稻可以促進其生長。玉米可以抑制植物的生長高度，但對覆蓋面積影響不如水稻明顯。根據化感作用所造成的影響，水稻應可作為天然的除草劑使用。未來可以繼續針對不同的植物做研究，進而找出更好的天然除草劑，以取代化學成分的除草劑，如此不但省錢更能保護環境，達到對大自然的永續經營。

壹、研究動機

在一年級生物課時學到了生物之間會有交互作用，像是競爭、互利共生、片利共生等，而我印象最深刻的就是老師在講解競爭關係時所舉的例子—榕樹，老師說榕樹會抑制他身邊其他植物的生長，讓自己長的更好，我覺得好奇，所以就上網查了一些相關資料想更進一步的了解榕樹的這種能力，才發現原來這種能力叫做「化感作用」又稱為「植物間的相生相剋」，後來我開始想是不是其他植物也同樣有化感作用會抑制其他植物的生長呢？於是我們就針對兩種人類最主要的糧食作物—水稻及玉米，來做為此次科展研究的主题

貳、研究目的

此研究想了解不同植物對周邊植物生長狀況是否有影響，因此針對全球兩種不同型式的主要糧食作物，水稻(水田)及玉米(旱田)作為此次研究的主题，觀察水稻及玉米是否會對周遭其他植物的生長狀況及種類產生化感作用的影響，有兩個主要的實驗目的：

一、水稻(水田)與周邊植物的關係

(一)水稻對周邊植物在覆蓋度及覆蓋面積的影響

(二)樣區中植物之間的相互比較

二、玉米(旱田)與周邊植物的關係

(一)玉米對周邊植物在覆蓋度及覆蓋面積的影響

(二)樣區中植物之間的相互比較

參、研究設備及器材

	
植物生長箱	塑膠盆
	
培養皿 濾紙	捲尺

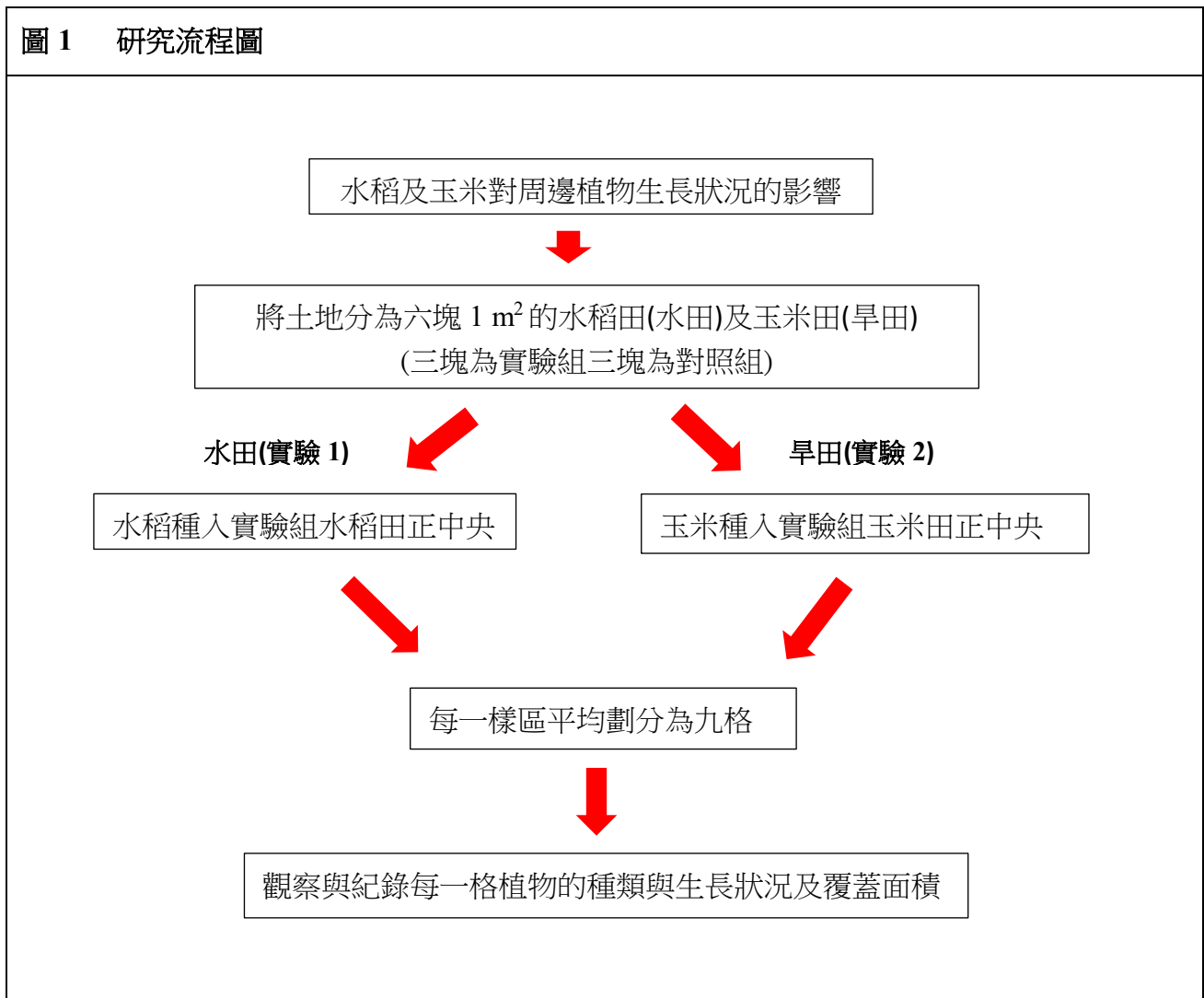
肆、研究步驟

一、 實驗前準備步驟

我們將準備發芽的稻子浸泡在裝水的塑膠盆內，並以流動清水防止發霉，待發芽後將實驗區的土裝入塑膠盆中，再將稻苗均勻撒入盆內，以網子覆蓋防止鳥類啄食並定時澆水，待兩週後在水稻實驗區插秧，開始進行實驗。

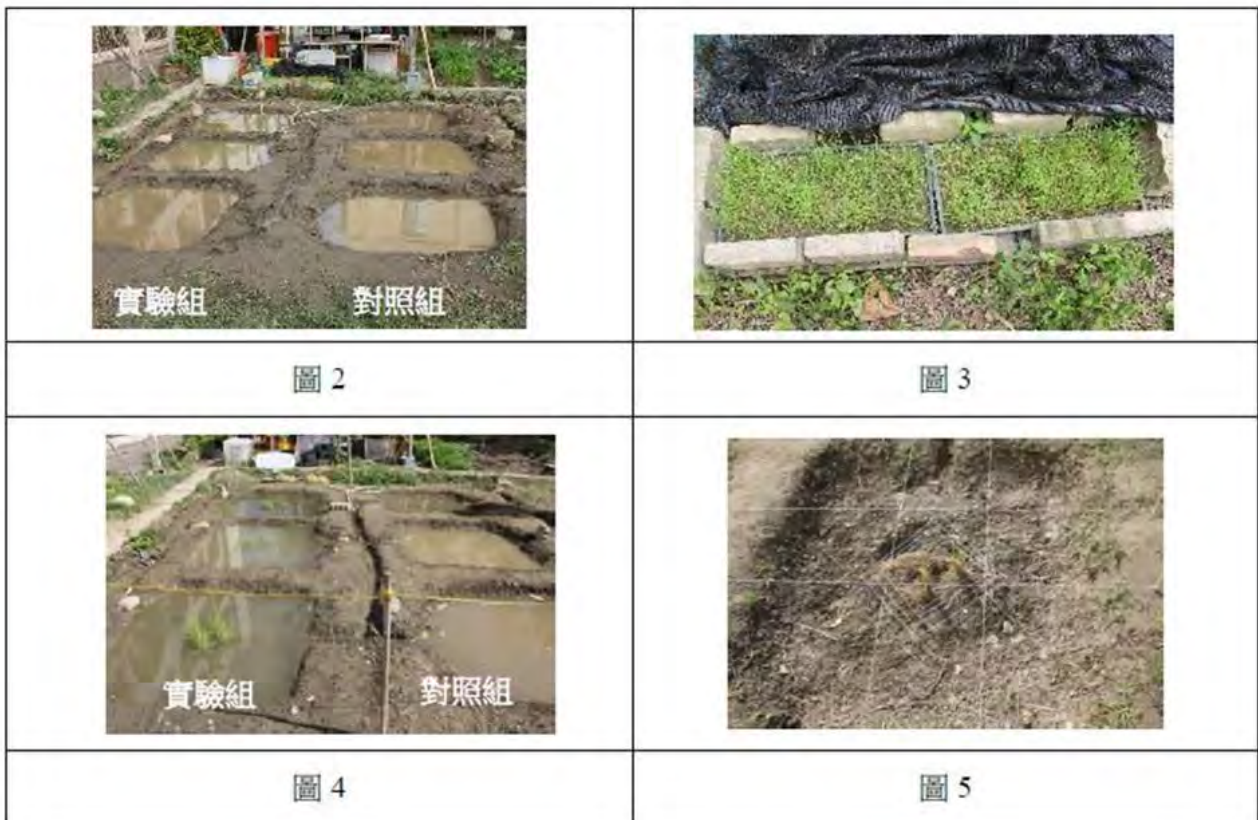
我們也將準備發芽的玉米放入裝有沾濕濾紙的培養皿內，然後將培養皿放入植物生長箱內，恆溫 25 °C 發芽一週，待玉米發芽後將實驗區的土裝入塑膠盆中，將玉米幼苗種入盆內並定時澆水，待兩週後將玉米種入玉米實驗區內，開始進行實驗。

二、 下圖為此研究流程圖



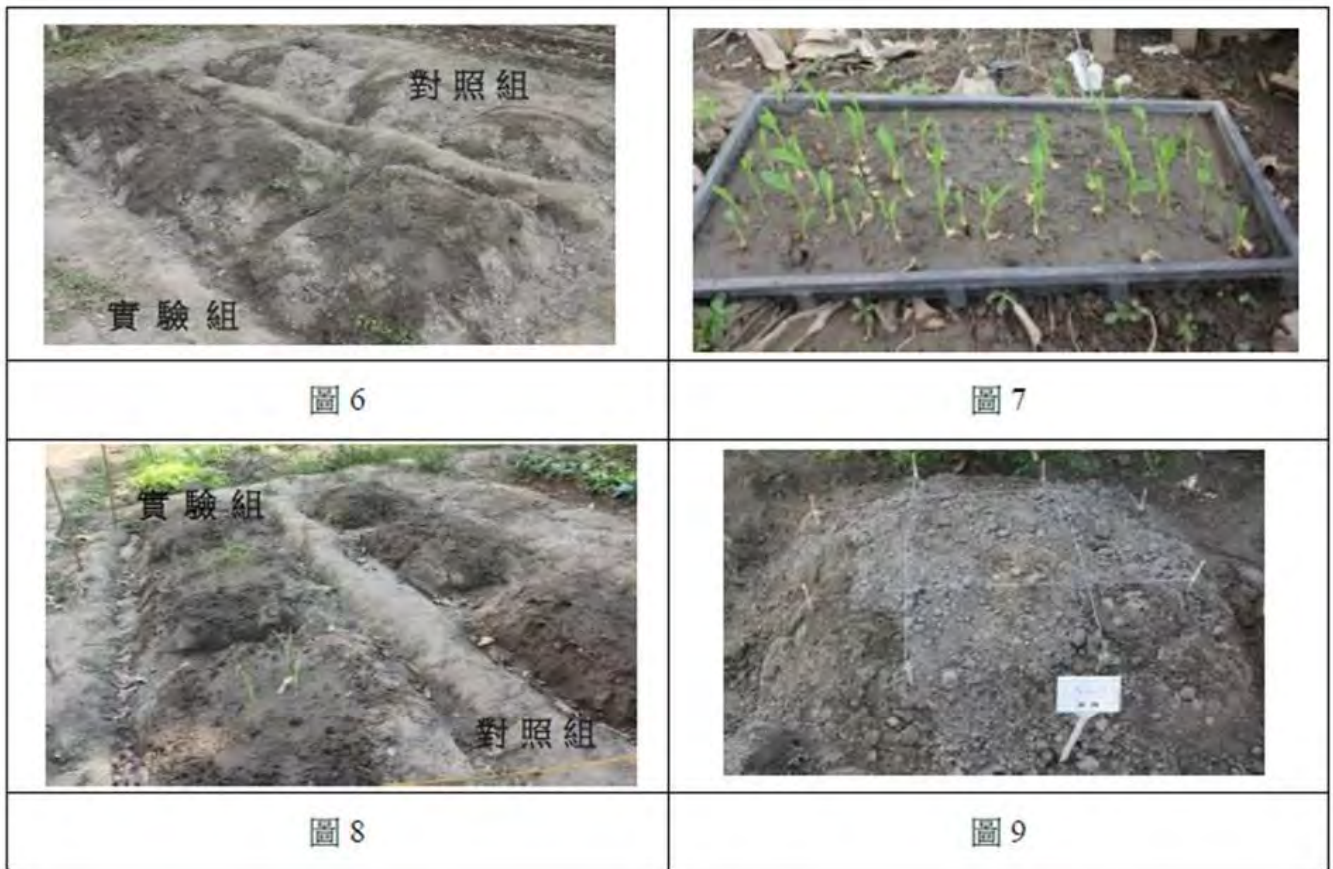
實驗一、水稻與周邊植物的關係

- 一、將實驗區土地中的雜草與石頭撿拾乾淨，並整地準備實驗。
- 二、將實驗區挖出水溝與六塊 1 m^2 的水稻田，含三塊實驗組及對照組，並放水養土(圖 2)。
- 三、將稻穀以流動清水浸泡一週，待發芽後種到塑膠盆裡，以布蓋住定時澆水(圖 3)。
- 四、把秧苗種進稻田裡(圖 4)。
- 五、將每個樣區平均分為九格並拉線標示(圖 5)。
- 六、插秧 60 天後觀察與記錄每個樣區的植物種類及覆蓋面積。



實驗二、玉米與周邊植物的關係

- 一、將實驗區土地中的雜草與石頭撿拾乾淨，並整地準備實驗。
- 二、將實驗區挖出六塊 1 m^2 的玉米田，含三塊實驗組及對照組，並定時澆水(圖 6)。
- 三、將玉米放置在培養皿內發芽，待發芽後種到塑膠盆裡並定時澆水(圖 7)。
- 四、將玉米苗種進玉米田後定時澆水(圖 8)。
- 五、將每個樣區平均分為九格並拉線標示(圖 9)。
- 六、玉米苗植入樣區 60 天後觀察與記錄每個樣區的植物種類及覆蓋面積。



伍、實驗結果

實驗一、水稻與周邊植物的關係

一、水稻的種植比照一般水稻種植方法，但無施肥及使用殺草劑，先經過 20 天的秧苗期，之後分為成活期及分蘖期(三天濕兩天乾)共 50 日。水稻生長狀況如下。








	實驗組	對照組
105. 10/27		
剛種下水稻		
105. 11/15		
18 天後的水稻		
105. 11/22		
放乾讓根透氣 (三天濕兩天乾)		
106. 2/7		
約兩個月後的 水稻		

圖 10 水稻生長狀況

二、此實驗經過實際觀察鑑定，確認樣區內水稻以外的植物種類，並以十字量法測量植物的覆蓋面積。以實際覆蓋面積對比實驗組及對照組植物的差異，再以樣區中各植物物種的相對覆蓋度比較各種植物的優勢性

表1 水稻實驗組植物物種總表

植物物種	覆蓋面積 (cm ²)			平均覆蓋面積 (cm ²)	相對覆蓋度 (%)			平均相對覆蓋度 (%)
	I	II	III		I	II	III	
節花路蓼, <i>Polygonum plebeium</i>	1741	1620	1291	1550.67	39.54	32.00	23.37	31.64 ± 6.61
假吐金菊, <i>Soliva anthemifolia</i>	445	475	941	620.33	10.11	9.38	17.03	12.18 ± 3.45
牛筋草, <i>Eleusine indica</i>	572	369	144	361.67	12.99	7.29	2.61	7.63 ± 4.25
狗牙根, <i>Cynodon dactylon</i>	81	270	835	395.33	1.84	5.33	15.12	7.43 ± 5.62
兔兒菜, <i>Ixeris chinensis</i>	12	—	36	24.00	0.27	—	0.65	0.46 ± 0.19
小葉灰藿, <i>Chenopodium serotunum</i>	146	225	136	169.00	3.32	4.44	2.46	3.41 ± 0.81
野苧, <i>Amaranthus viridis</i>	45	111	78	78.00	1.02	2.19	1.41	1.54 ± 0.49
香附子, <i>Cyperus rotundus</i>	243	320	88	217.00	5.52	6.32	1.59	4.48 ± 2.07
龍葵, <i>Solanum nigrum</i>	20	—	—	—	0.45	—	—	—
升馬唐, <i>Digitaria ciliaris</i>	439	569	1444	817.33	9.97	11.24	26.14	15.78 ± 7.34
鼠麴舅, <i>Gnaphalium purpureum</i>	3	55	115	57.67	0.07	1.09	2.08	1.08 ± 0.82
龍爪茅, <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	293	—	209	251.00	6.65	—	3.78	5.22 ± 1.44
鱧腸, <i>Eclipta prostrata</i>	103	—	49	76.00	2.34	—	0.89	1.61 ± 0.73
馬齒莧, <i>Portulaca oleracea</i>	260	1028	110	466.00	5.91	20.31	1.99	9.40 ± 7.88
茶下珠, <i>Phyllanthus urinaria</i>	—	20	6	13.00	—	0.40	0.11	0.25 ± 0.14
酢漿草, <i>Oxalis pes-caprae</i>	—	—	42	—	—	—	0.76	—

龍葵(*Solanum nigrum*)僅在第一樣區出現；醋漿草(*Oxalis pes-caprae*)僅在第三樣區出現。

表 2 水稻對照組植物物種總表

植物物種	覆蓋面積 (cm ²)			平均覆蓋面積 (cm ²)	相對覆蓋度 (%)			平均相對覆蓋度 (%)
	I	II	III		I	II	III	
節花路蓼, <i>Polygonum plebeium</i>	6002	5281	6487	5923.33	27.52	36.06	45.01	36.19 ± 7.14
假吐金菊, <i>Soliva anthemifolia</i>	406	582	315	434.33	1.86	3.97	2.19	2.67 ± 0.93
牛筋草, <i>Eleusine indica</i>	7045	2272	502	3273.00	32.30	15.51	3.48	17.10 ± 11.82
狗牙根, <i>Cynodon dactylon</i>	1679	677	943	1099.67	7.70	4.62	6.54	6.29 ± 1.27
兔兒菜, <i>Ixeris chinensis</i>	96	—	—	—	0.44	—	—	—
小葉灰薺, <i>Chenopodium serotunum</i>	—	26	635	330.50	—	0.18	4.41	2.29 ± 2.11
野苧, <i>Amaranthus viridis</i>	24	36	258	106.00	0.11	0.25	1.79	0.72 ± 0.76
香附子, <i>Cyperus rotundus</i>	271	135	—	203.00	1.24	0.92	—	1.08 ± 0.16
棒頭草, <i>Polypogon fugax</i>	—	3213	2709	2961.00	—	21.94	18.80	20.37 ± 1.57
升馬唐, <i>Digitaria ciliaris</i>	4041	266	648	1651.67	18.53	1.82	4.50	8.28 ± 7.33
鼠麴舅, <i>Gnaphalium purpureum</i>	238	682	109	343.00	1.09	4.66	0.76	2.17 ± 1.76
龍爪茅, <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	937	160	1380	825.67	4.30	1.09	9.58	4.99 ± 3.50
鱧腸, <i>Eclipta prostrata</i>	1001	225	272	499.33	4.59	1.54	1.89	2.67 ± 1.36
馬齒莧, <i>Portulaca oleracea</i>	30	1092	124	415.33	0.14	7.46	0.86	2.82 ± 3.29
葉下珠, <i>Phyllanthus urinaria</i>	6	—	30	18.00	0.03	—	0.21	0.12 ± 0.09
青葙, <i>Amaranthus patulus</i>	36	—	—	—	0.17	—	—	—

兔兒菜(*Ixeris chinensis*)、青葙(*Amaranthus patulus*)僅在第一樣區出現。

棒頭草(*Polypogon fugax*)僅在對照組出現

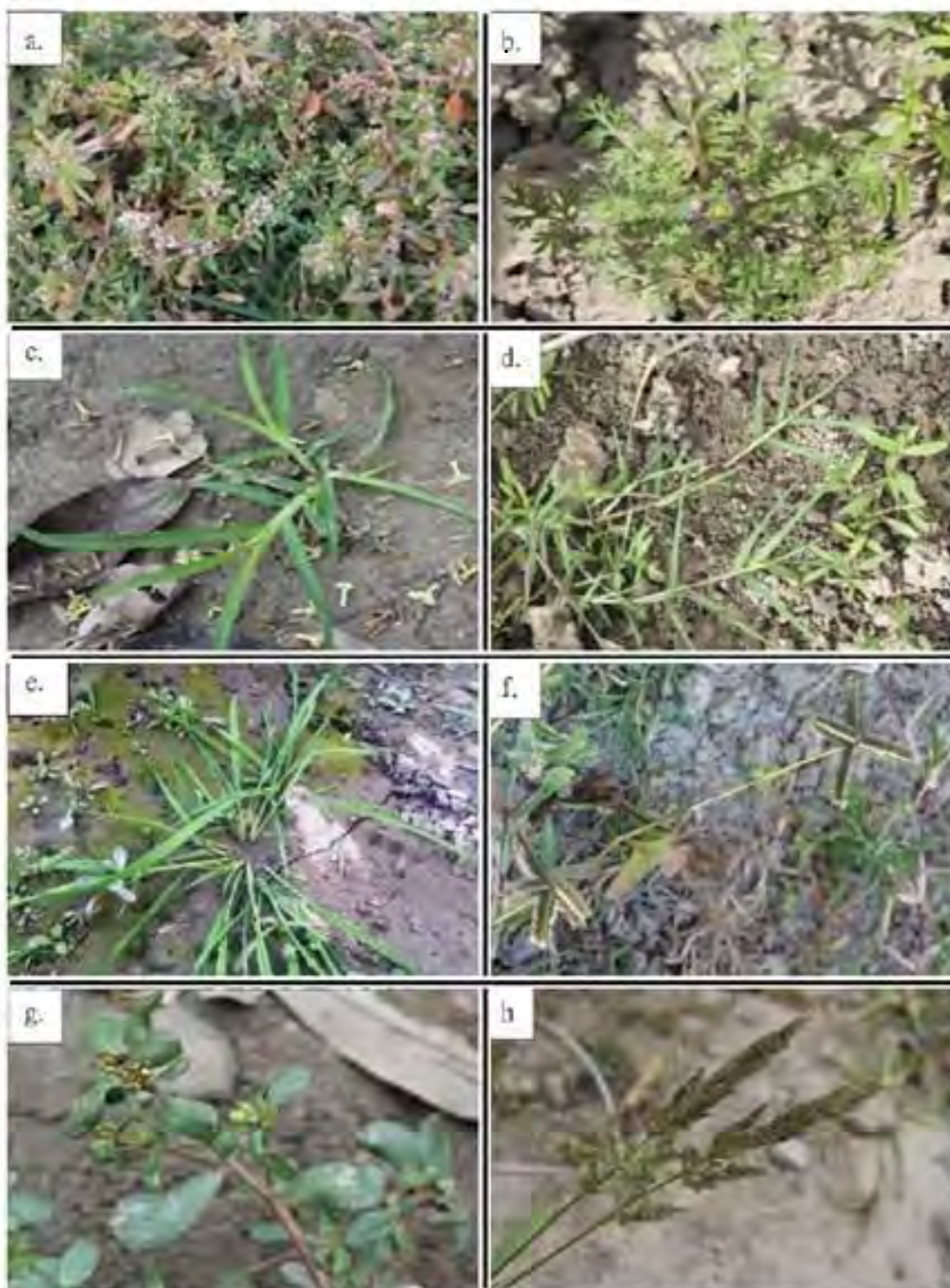


圖 11 水稻實驗區優勢物種

- a. 節花路蓼(*Polygonum plebeium*)、b. 假吐金菊(*Soliva anthemifolia*)
 c. 牛筋草(*Eleusine indica*)、d. 狗牙根(*Cynodon dactylon*)
 e. 升馬唐(*Digitaria ciliaris*)、f. 龍爪茅(*Dactyloctenium aegyptium*)
 g. 馬齒莧(*Portulaca oleracea*)、h. 棒頭草(*Polypogon fugax*)

棒頭草僅在對照組出現。

由表 1 及表 2 可得知：兔兒菜(*Ixeris chinensis*)出現在實驗組第一及第三樣區，未出現在第二樣區，在對照組僅出現在第一樣區；小葉灰藿(*Chenopodium serotunum*)未出現在對照組第一樣區，其餘樣區都有出現；龍葵(*Solanum nigrum*)僅出現在實驗組第一樣區；棒頭草(*Polypogon fugax*)僅出現在對照組第二、三樣區；香附子(*Cyperus rotundus*)未出現在對照組第三樣區，其餘樣區都有出現；龍爪茅(*Dactyloctenium aegyptium*)未出現在實驗組第二樣區，其餘樣區都有出現；鯉腸(*Eclipta prostrata*)未出現在實驗組第二樣區，其餘樣區都有出現；葉下珠(*Phyllanthus urinaria*)未出現在實驗組第一樣區及對照組第二樣區，其餘樣區都有出現；青葙(*Amaranthus patulus*)僅出現在對照組第一樣區；酢漿草(*Oxalis pes-caprae*)僅出現在實驗組第三樣區。

植物平均相對覆蓋度

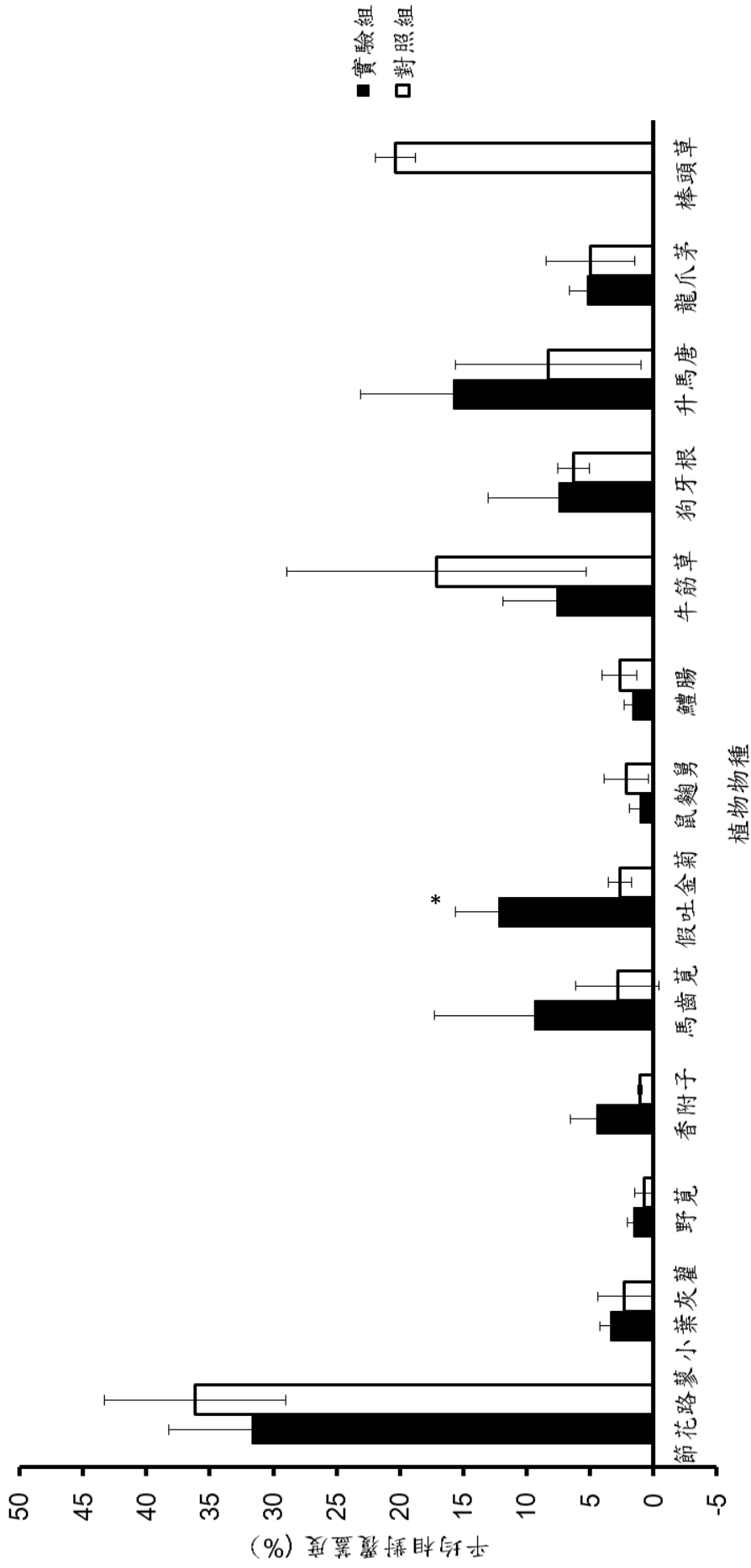


圖 12 實驗組與對照組中植物的相對覆蓋度
 實驗組與對照組中之優勢物種皆為節花蓼(*Polygonum plebeium*)。
 棒頭草(*Polygonum fugax*)僅在對照組中出現。

* = $p < 0.05$

植物平均覆蓋面積

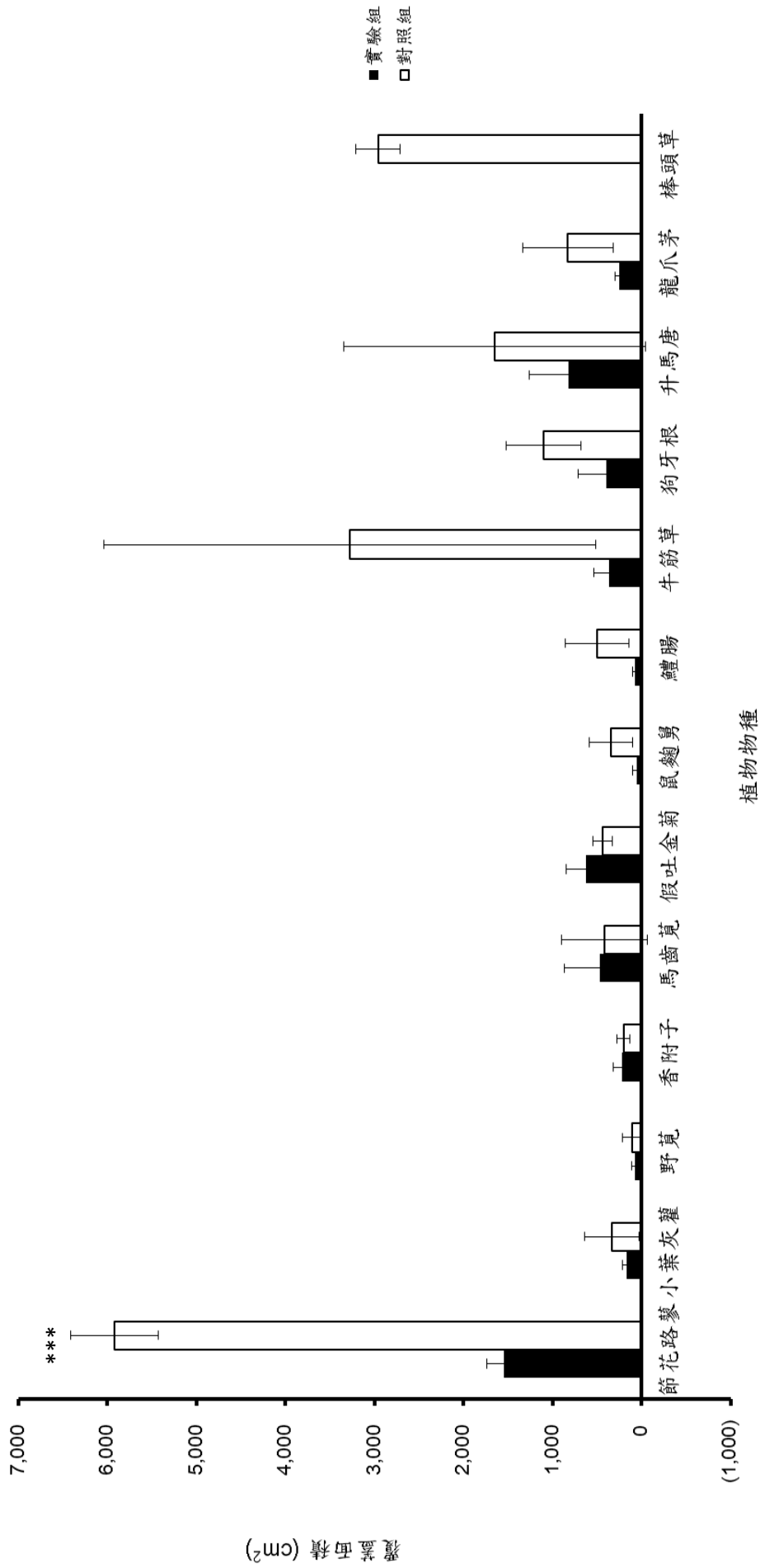


圖 13 實驗組與對照組中相同種類植物覆蓋面積之比較
棒頭草(*Polygonum fugax*)僅在對照組中出現。

*** = $p < 0.001$

由圖 12 可得知，在實驗組中節花路蓼為優勢物種(31.64 %)，其次為升馬唐(15.78 %)、假吐金菊(12.18 %)；而在對照組中節花路蓼為優勢物種(36.19 %)，其次為棒頭草(20.37 %)、牛筋草(17.10 %)。而棒頭草僅出現在對照組第二、三樣區但其平均覆蓋度卻佔很大比例，為對照組之中次高，僅次於節花路蓼。

由圖 13 可得知水稻實驗區內除了假吐金菊(*Soliva anthemifolia*)、野萵(*Amaranthus viridis*)、香附子、馬齒莧(*Portulaca oleracea*)以外，其餘物種覆蓋度皆是對照組大於實驗組。牛筋草(*Eleusine indica*)及升馬唐(*Digitaria ciliaris*)因為分布不均勻，所以導致標準差較大。

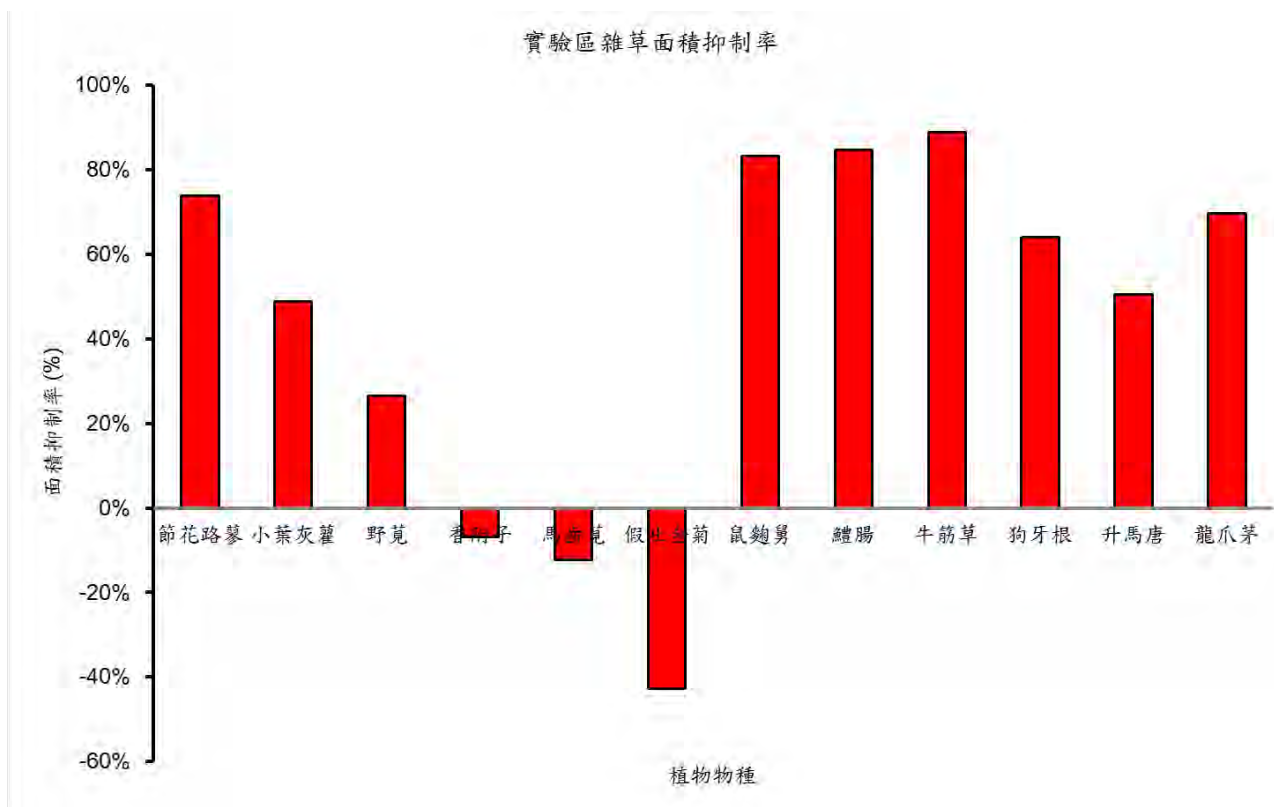


圖 14 水稻實驗區水稻對於其他植物的抑制率

由圖 14 可得知，多數植物抑制率為正值，其中以牛筋草(88.95 %)、鱧腸(84.78 %)、鼠麴舅(83.19 %)、節花路蓼(73.82 %)、龍爪茅(69.60 %)、狗牙根(*Cynodon dactylon*)(64.05 %)最為明顯，表示水稻可抑制其面積生長。而呈現負值則為：假吐金菊(-42.82 %)、馬齒莧(-12.20 %)、香附子(-6.90 %)，表示水稻可能無法抑制其生長，抑或是有促進其生長的可能性。

實驗二、玉米與周邊植物的關係

- 一、此實驗種植玉米全程無施肥。圖 14 為玉米生長狀況。
- 二、同實驗一，鑑定植物物種並計算其覆蓋面積，比較物種間覆蓋度 (表 3~4、圖 15~18)。
- 三、以植株高度超過 10 公分的植物為主，測量其高度並取其平均值，觀察玉米的種植是否影響其他植物的高度 (圖 19~20)。
- 四、以實驗組與對照組中同種植物間比較計算出玉米對其的抑制率 (圖 21)。




	實驗組	對照組
105.11/08		
剛種下的玉米		
105.11/22		
14 天後的玉米		
105.12/01		
23 天後的玉米		
105.12/15		
37 天後的玉米		

圖 15 玉米生長狀況

表 3 玉米實驗組植物物種及覆蓋度總表

植物物種	覆蓋面積 (cm ²)			平均覆蓋面積 (cm ²)	相對覆蓋度 (%)			平均相對覆蓋度 (%)
	I	II	III		I	II	III	
青莧, <i>Amaranthus patulus</i>	13324	3513	5112	7316.33	46.55	14.37	26.36	29.09 ± 13.28
小葉灰藿, <i>Chenopodium serotunum</i>	3982	5211	5175	4789.33	13.91	21.31	26.68	20.63 ± 5.24
牛筋草, <i>Eleusine indica</i>	7116	2797	1720	3877.67	24.86	11.44	8.87	15.06 ± 7.01
馬齒莧, <i>Portulaca oleracea</i>	773	938	2144	1285.00	2.70	3.84	11.06	5.86 ± 3.70
升馬唐, <i>Digitaria ciliaris</i>	1276	454	1433	1054.33	4.46	1.86	7.39	4.57 ± 2.26
鼠麴舅, <i>Gnaphalium purpureum</i>	1040	850	674	854.67	3.63	3.48	3.48	3.53 ± 0.07
葉下珠, <i>Phyllanthus urinaria</i>	588	751	616	651.67	2.05	3.07	3.18	2.77 ± 0.51
龍爪菜, <i>Solanum nigrum</i>	99	7935	570	2868.00	0.35	32.45	2.94	11.91 ± 14.56
龍爪茅, <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	7	1931	—	969.00	0.02	7.90	—	2.64 ± 3.94
大花咸豐草, <i>Bidens pilosa</i>	—	75	1949	1012.00	—	0.31	10.05	3.45 ± 4.87
狗牙根, <i>Cynodon dactylon</i>	210	—	—	—	0.73	—	—	—
野萹, <i>Amaranthus viridis</i>	210	—	—	—	0.73	—	—	—

狗牙根(*Cynodon dactylon*)、野萹(*Amaranthus viridis*)，僅在第一樣區出現。

表 4 玉米對照組植物物種及覆蓋度總表

植物物種	覆蓋面積 (cm ²)			平均覆蓋面積 (cm ²)	相對覆蓋度 (%)			平均相對覆蓋度 (%)
	I	II	III		I	II	III	
青莧, <i>Amaranthus patulus</i>	13554	8431	9741	10575.33	65.19	53.73	61.46	60.13 ± 4.78
小葉灰藿, <i>Chenopodium serotunum</i>	808	1113	1065	995.33	3.89	7.09	6.72	5.90 ± 1.43
牛筋草, <i>Eleusine indica</i>	3409	1774	1892	2358.33	16.40	11.31	11.94	13.21 ± 2.27
馬齒莧, <i>Portulaca oleracea</i>	1098	342	107	515.67	5.28	2.18	0.68	2.71 ± 1.92
升馬唐, <i>Digitaria ciliaris</i>	—	110	1433	771.50	—	0.70	9.04	4.87 ± 4.17
鼠麴舅, <i>Gnaphalium purpureum</i>	1176	2045	485	1235.33	5.66	13.03	3.06	7.25 ± 4.22
葉下珠, <i>Phyllanthus urinaria</i>	493	881	62	478.67	2.37	5.61	0.39	2.79 ± 2.15
龍葵, <i>Solanum nigrum</i>	—	—	90	—	—	—	0.57	—
龍爪茅, <i>Dactyloctenium aegyptium</i>	252	996	575	607.67	1.21	6.35	3.63	3.73 ± 2.10
大花咸豐草, <i>Bidens pilosa</i>	—	—	378	—	—	—	2.39	—
假吐金菊, <i>Soliva anthemifolia</i>	—	—	11	—	—	—	0.07	—
兔兒菜, <i>Ixeris chinensis</i>	—	—	10	—	—	—	0.06	—

龍葵(*Solanum nigrum*)、大花咸豐草(*Bidens pilosa*)、假吐金菊 (*Soliva anthemifolia*)、兔兒菜(*Ixeris chinensis*)，僅在對照組第三樣區出現。

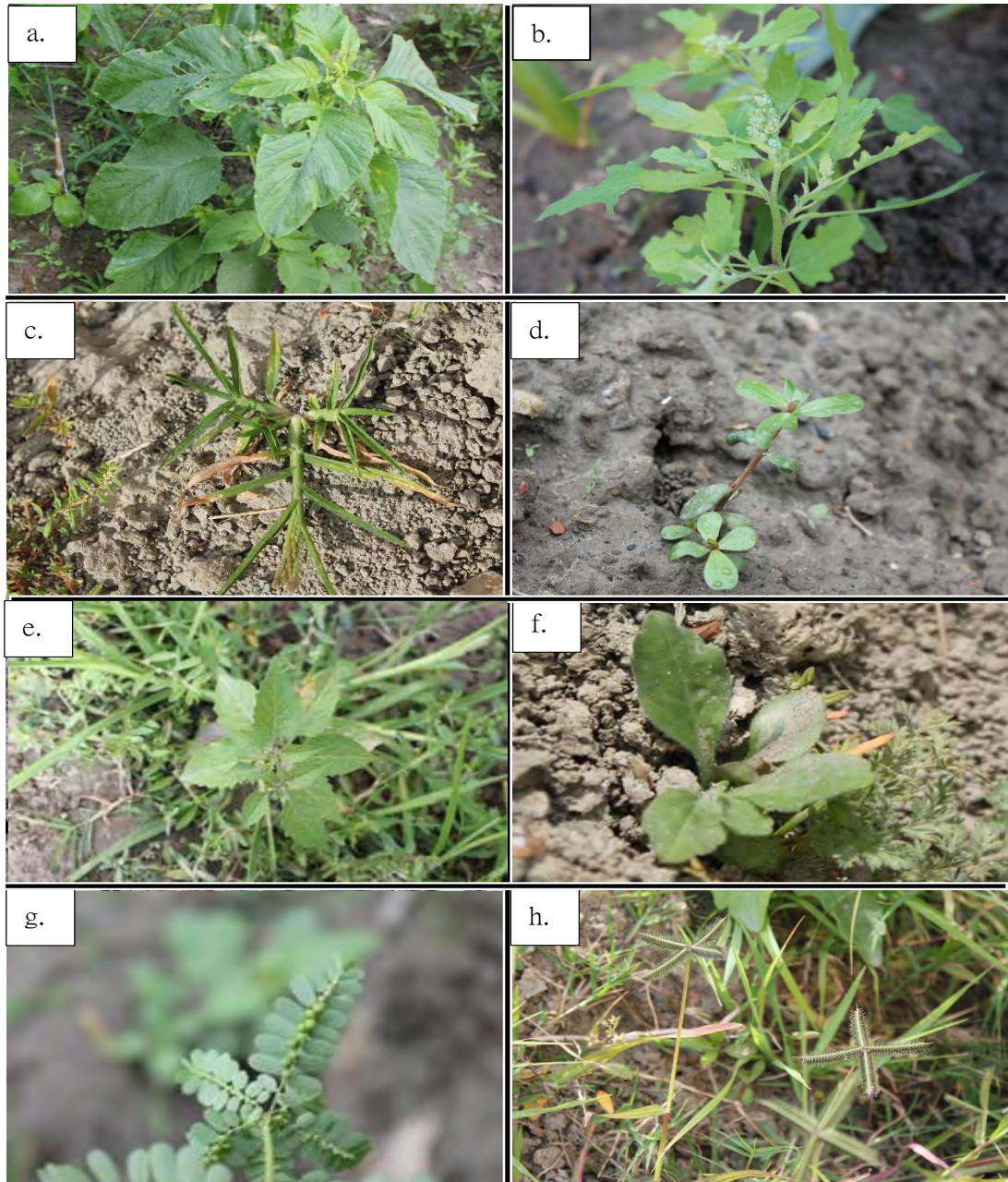


圖 16 玉米實驗區優勢物種

- a. 青莧(*Amaranthus patulus*)、b. 小葉灰藿(*Chenopodium serotinum*)
 c. 牛筋草(*Eleusine indica*)、d. 馬齒莧(*Portulaca oleracea*)
 e. 龍葵(*Solanum nigrum*)、f. 鼠麴舅(*Gnaphalium purpureum*)
 g. 葉下珠(*Phyllanthus urinaria*)、h. 龍爪茅(*Dactyloctenium aegyptium*)

由表 3 及表 4 可得知：狗牙根、野莧僅出現在實驗組第一樣區，而未出現在對照組；龍爪茅僅未出現在實驗組第三樣區；大花咸豐草(*Bidens pilosa*)未出現在實驗組第一樣區，而僅出現在對照組的第三樣區；假吐金菊、兔兒菜僅出現在第對照組三樣區，未出現在實驗組；龍葵(*Solanum nigrum*)於對照組僅出現在第三樣區。

植物平均相對覆蓋度

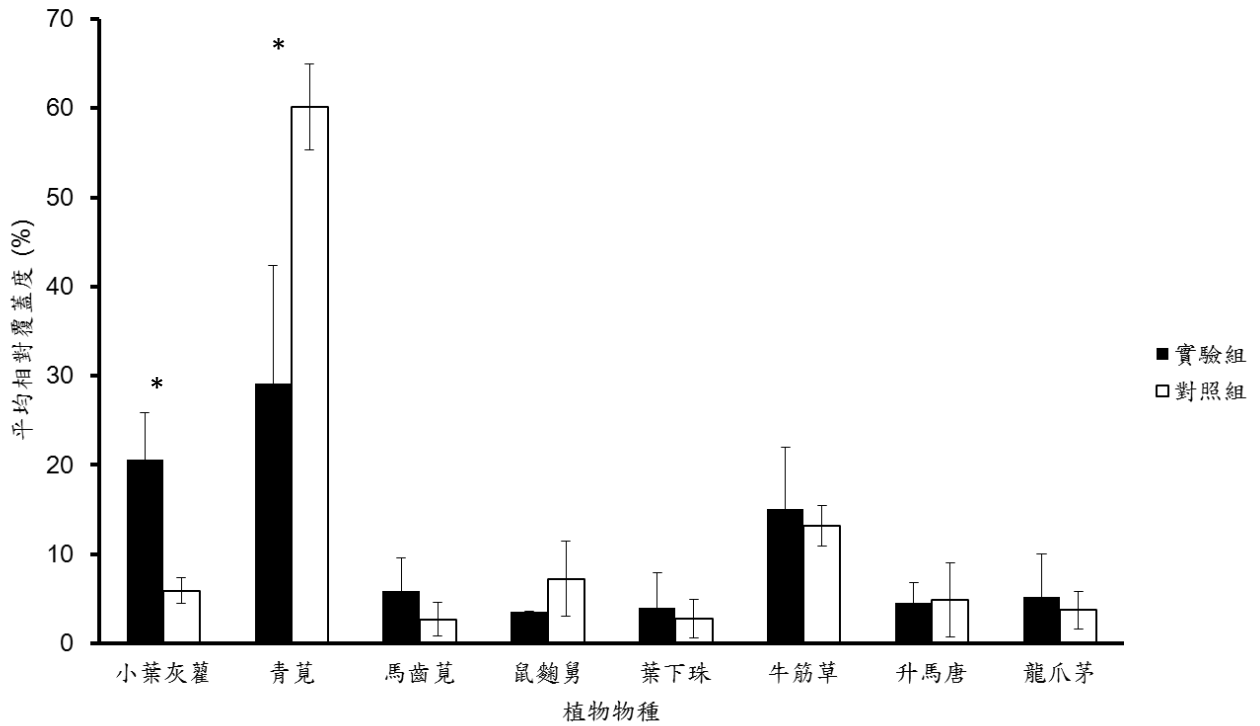


圖 17 實驗組與對照組中植物的相對覆蓋度

* = $p < 0.05$

由圖 17 可得知：玉米實驗區中實驗組以青莧為優勢物種(29.09%)，其次為小葉灰藿(20.63%)、牛筋草(15.06%)、龍葵(11.91%)。對照組以青莧為優勢物種(60.13%)，其次為牛筋草(13.21%)。但龍葵在對照組中只出現在其中一塊樣區，所以在圖 17 中未列入比較。

植物平均覆蓋面積

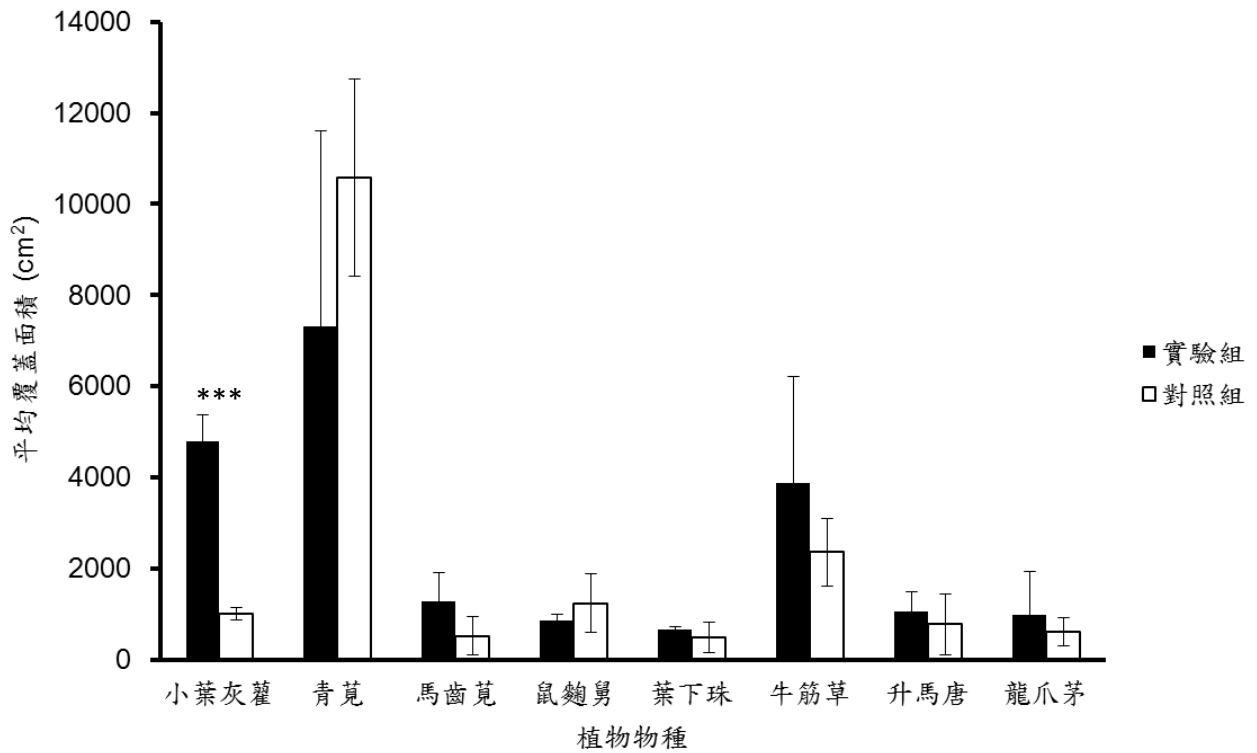


圖 18 實驗組與對照組中相同種類植物覆蓋面積之比較

*** = $p < 0.001$

由圖 18 可得知：青莧為實驗組及對照組中覆蓋面積最大之物種。但實驗組的覆蓋面積比對照組小。玉米對於青莧及鼠麴舅(*Gnaphalium purpureum*)具有抑制之效果，而對於其他植物則是不影響或是具有促進之效果。

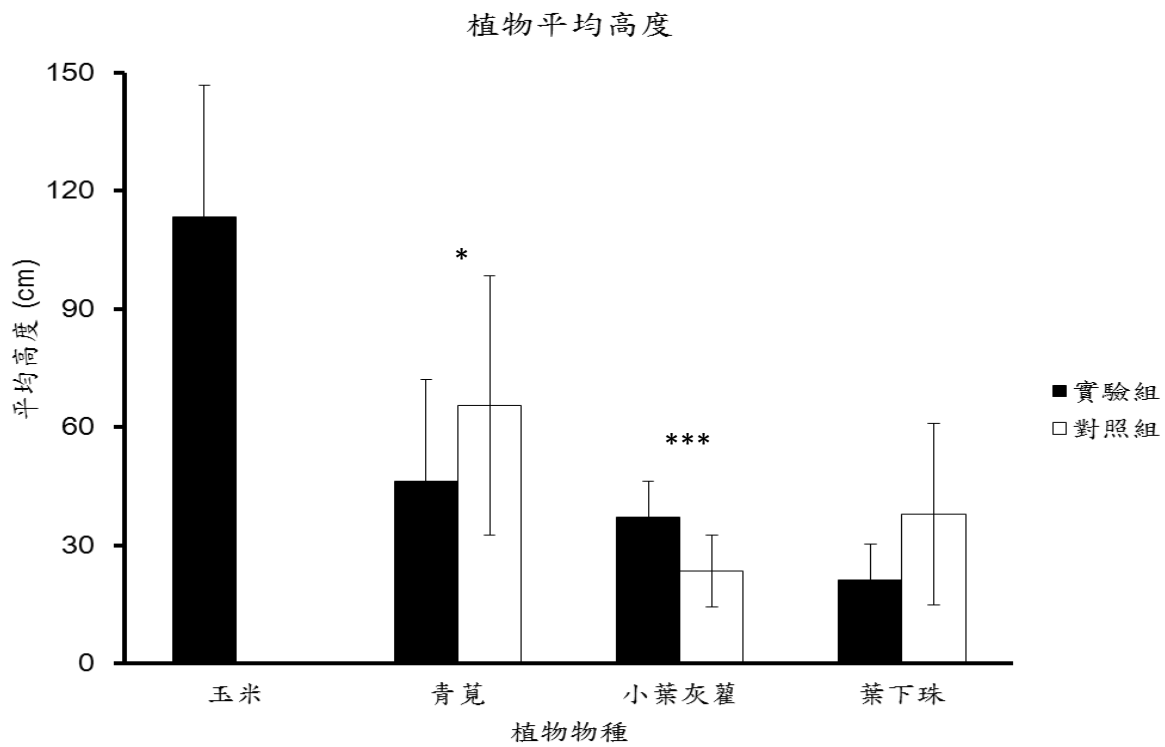


圖 19 實驗組與對照組中相同種類植物平均高度之比較
 $*$ = $p < 0.05$, $***$ = $p < 0.001$



圖 20 對照組及實驗組青莧(*Amaranthus patulus*)高度比較
 對照組為 162 公分；實驗組為 125 公分。

由圖 19 可得知：植物物種的平均高度以玉米最高(113.42 公分)，對照組的平均高度皆高於實驗組的有青莧(對照組：65.47 公分，實驗組：46.29 公分)及葉下珠(對照組：38.00 公分，實驗組：21.29 公分)，小葉灰藿則是相反(對照組：23.50 公分，實驗組：37.13 公分)。

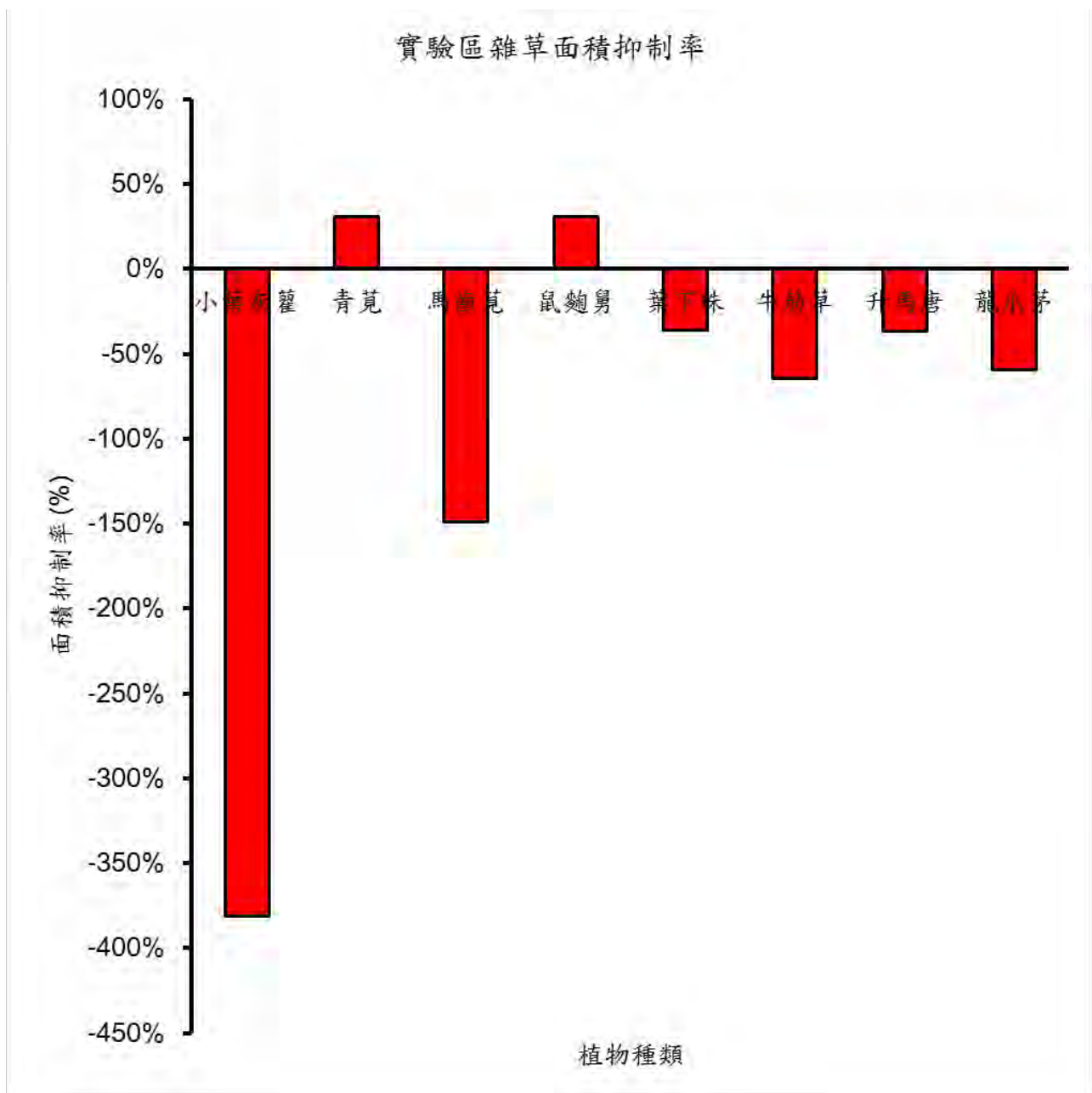


圖 21 玉米實驗區其他植物覆蓋面積抑制率

由圖 21 可得知，多數植物抑制率為負值，其中以小葉灰藿最低(-381.18%)，表示玉米不影響、無法抑制或是促進其生長。而呈現正值的青莧(30.82%)及鼠麴舅(30.81%)則表示玉米可能可以抑制其生長。

陸、討論

一、由實驗一可得知：

- (一) 水稻的實驗區內的大部分植物覆蓋面積較未種植水稻的對照組小，因此可推論為水稻對於大部分出現於實驗區的植物皆具有抑制的效果，與文獻中所敘述的化感作用相符合。
- (二) 假吐金菊、香附子及馬齒莧在實驗區內的覆蓋面積較對照組大，與文獻中對照的結果不符，可能的原因是水稻對於這三種物種沒有影響或是具有促進生長的效果。
- (三) 棒頭草僅出現於對照組，可能是水稻的抑制效果，抑或是棒頭草還沒進入到水稻實驗區。

二、由實驗二可得知：

- (一) 玉米的實驗區內的大部分植物覆蓋面積較未種植玉米的對照組大，因此可推論為玉米對於大部分出現於實驗區的植物不影響或是不具有抑制的效果。
- (二) 青莧及鼠麴舅在實驗組內的覆蓋度較對照組小，可能玉米對於其具有抑制的效果。
- (三) 龍葵在對照組僅出現於第三樣區，但在實驗組的平均相對覆蓋度為第 4 高，造成此現象的原因，可能是龍葵植株分布不均，或玉米可以促進龍葵的生長。
- (四) 青莧在對照組有超過 6 成的平均覆蓋度，其餘雜草物種也有可能被青莧影響，造成覆蓋度減少。
- (五) 青莧的平均高度在實驗組較低，可能是玉米會抑制植物的生長高度，葉下珠在實驗組的平均相對覆蓋度較高，但平均高度較低，也可能是這個原因。

三、實驗結果顯示水稻的確有抑制其他植物物種的能力，但部分物種沒有被抑制，可能是該

物種具有耐受性的原因。

- 四、玉米的實驗結果顯示其抑制效果沒有水稻明顯，樣區內的物種與水稻實驗區也不盡相同，可能是在玉米樣區的植物物種對玉米具有耐受性，樣區中不同的環境因子，如光照，可能也會影響實驗結果。
- 五、造成實驗中水田及早田的結果差異可能是因為水田的化感物質因為淹水的關係，均勻散佈在樣區中，導致抑制能力較強。
- 六、除了抑制以外，實驗中也發現某些物種有促進的情形，符合化感作用中所敘述之「相生」及「相剋」。

柒、結論

- 一、由實驗結果可得知水稻抑制其他植物生長的能力很強，其中以牛筋草、鱧腸、鼠麴舅、節花路蓼、龍爪茅、狗牙根最為明顯。
- 二、水稻無法抑制假吐金菊、馬齒莧及香附子的生長，可能是這些物種有適應性，或是水稻可以促進生長。
- 三、玉米可以抑制植物的生長高度，但對覆蓋面積影響不如水稻明顯。
- 四、部分物種有生長促進的情形，顯示化感作用確實包含相生及相剋。
- 五、根據化感作用所造成的抑制性，水稻應可作為天然的除草劑使用。
- 六、此研究僅針對兩種全球最主要的糧食作物水稻及玉米作為研究對象，因此未來可以繼續針對不同的植物做研究，進而找出更好的天然除草劑，以取代化學成分的除草劑，如此不但省錢更能保護環境，達到對大自然的永續經營。

捌、參考資料

- 一、周昌弘(1990).植物生態學.聯經出版社.239~270
- 二、林宜諄(2013).走進稻香的世界.行政院農業委員會農糧署.33~47
- 三、林文雄 何華勤 郭玉春 梁義元 陳芳育(2001).水稻化感作用及其生理生化特性的研究，
應用生態學報，12 (6)：871~875
- 四、化感作用－維基百科
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%8C%96%E6%84%9F%E4%BD%9C%E7%94%A8>
- 五、水稻栽培技術－行政院農業委員會台中區農業改良場
<http://www.tdais.gov.tw/view.php?catid=2937>
- 六、農技－史上最全玉米種植 60 問！· 農業大市場
<https://read01.com/5xQyE2.html>

【評語】 030313

1. 此作品探討不同植物對周圍植物的生長狀況是否影響，選擇水稻和玉米進行觀察，實際選擇樣區栽種，並鑑定各種入侵植物的種類及覆蓋率，推論植物間的競爭及抑制作用，科學實作精神佳。
2. 此作品之研究主題尚稱明確，且與課程教材有相關性，但對相關研究領域的貢獻可能不大。水稻及玉米的化感作用已有研究提及，此作品雖有提出研究數據，然而其創新性並不太高，對科學的影響潛力也有限。
3. 所採用的實驗設計及方法大致可行，也適當運用統計方法來分析所得數據，並比較組別之間是否具有顯著差異性。此研究也針對不同植物物種，分別探討水稻及玉米的化感作用或相生及相剋作用，但似乎未分析其對所有物種（報告中所列的植物）整體生長的抑制作用，以評估其是否可做為天然的除草劑。

作品海報

摘要

此研究想了解不同植物對周邊植物生長狀況是否有影響，針對水稻(水田)及玉米(旱田)作為此次研究主題，觀察是否會對周遭植物產生化感作用的影響。由實驗結果得知水稻抑制其他植物生長的能力很強，但水稻無法抑制部分物種，可能是這些物種有適應性，或是水稻可以促進其生長。玉米可以抑制植物的生長高度，但對覆蓋面積影響不如水稻明顯。根據化感作用所造成的影響，水稻應可作為天然的除草劑使用。未來可以繼續針對不同的植物做研究，進而找出更好的天然除草劑，以取代化學成分的除草劑，如此不但省錢更能保護環境，達到對大自然的永續經營。

壹、研究動機

在一年級生物課時學到了生物之間會有交互作用，像是競爭、互利共生、片利共生等，而我印象最深刻的就是老師在講解競爭關係時所舉的例子—榕樹，老師說榕樹會抑制他身邊其他植物的生長，讓自己長的更好，我們覺得好奇，所以就上網查了一些相關資料想更進一步的了解榕樹的這種能力，才發現原來這種能力叫做「化感作用」又稱為「植物間的相生相剋」，後來我開始想是不是其他植物也同樣有化感作用會抑制其他植物的生長呢？於是我們就針對兩種人類最主要的糧食作物—水稻及玉米，來做為此次科展研究的主题。

貳、研究目的

- 一、 水稻(水田)與周邊植物的關係
 - (1)水稻對周邊植物在覆蓋度及覆蓋面積的影響
 - (2)樣區中植物之間的相互比較
- 二、 玉米(旱田)與周邊植物的關係
 - (1)玉米對周邊植物在覆蓋度及覆蓋面積的影響
 - (2)樣區中植物之間的相互比較



研究物種，水稻(a)、玉米(b)

參、研究器材與步驟

一、 研究器材

植物生長箱、塑膠盆、培養皿、濾紙、捲尺

二、 研究步驟

實驗一、水稻與周邊植物的關係

實驗區先整地後挖出水溝與六塊1 m²的水稻田(圖1-a)，然後稻穀以流動清水浸泡一週，種到塑膠盆裡以布蓋住定時澆水(圖1-b)待發芽後插秧(圖1-c)，將樣區平均分為九格並拉線標示(圖1-d)，待插秧60天後觀察與記錄每個樣區的植物種類及覆蓋面積。

實驗二、玉米與周邊植物的關係

實驗區先整地後挖出六塊1 m²的玉米田(圖1-e)，然後將玉米放置在培養皿內發芽之後種到塑膠盆裡(圖1-f)，將玉米苗種進玉米田後定時澆水(圖1-g)。把樣區平均分為九格並拉線標示(圖1-h)，玉米苗植入樣區60天後觀察與記錄每個樣區的植物種類及覆蓋面積。

水稻及玉米對周邊植物生長狀況的影響

將土地分為六塊1 m²的水稻田(水田)及玉米田(旱田)
(三塊為實驗組三塊為對照組)

水田(實驗一)

旱田(實驗二)

水稻種入實驗組水稻田正中央

玉米種入實驗組玉米田正中央

每一樣區平均劃分為九格

觀察與記錄每一格植物的種類與生長狀況及覆蓋面積

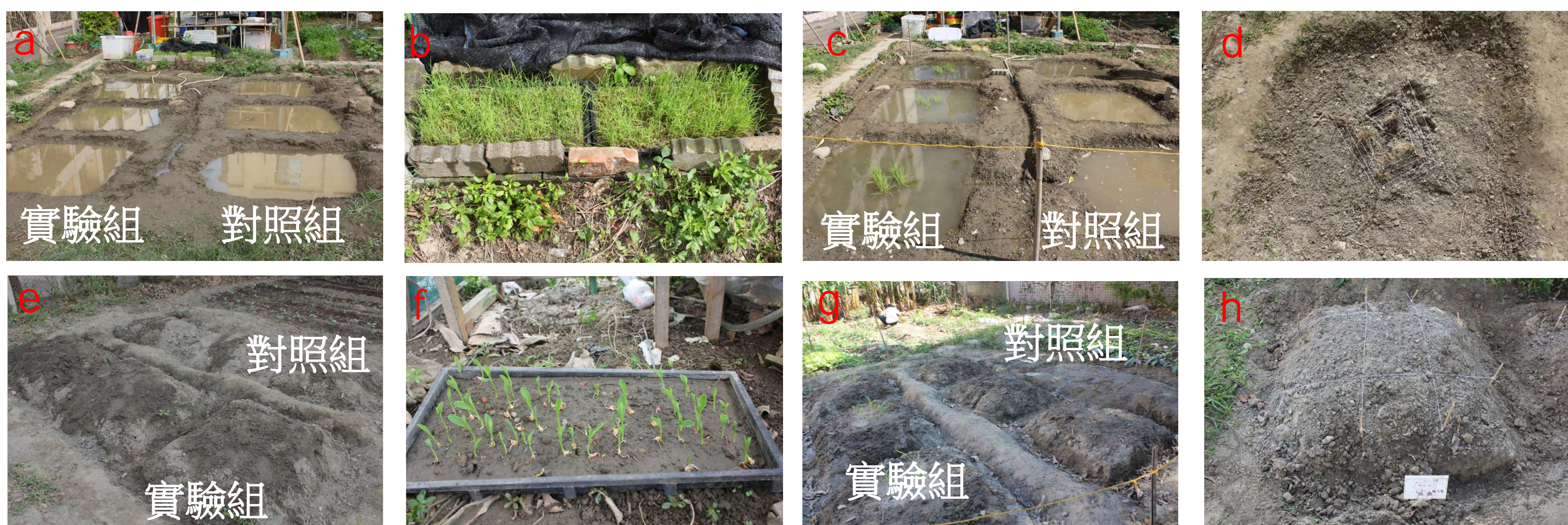


圖1 實驗區配置狀況
水稻田為a~d；玉米田為e~h

肆、實驗結果

實驗一、水稻與周邊植物的關係

	105. 10/27 剛種下的水稻	105. 11/15 18天後的水稻	105. 11/22 水放乾，讓根透氣	106. 2/7 約兩個月後的水稻
實 驗 組				
對 照 組				

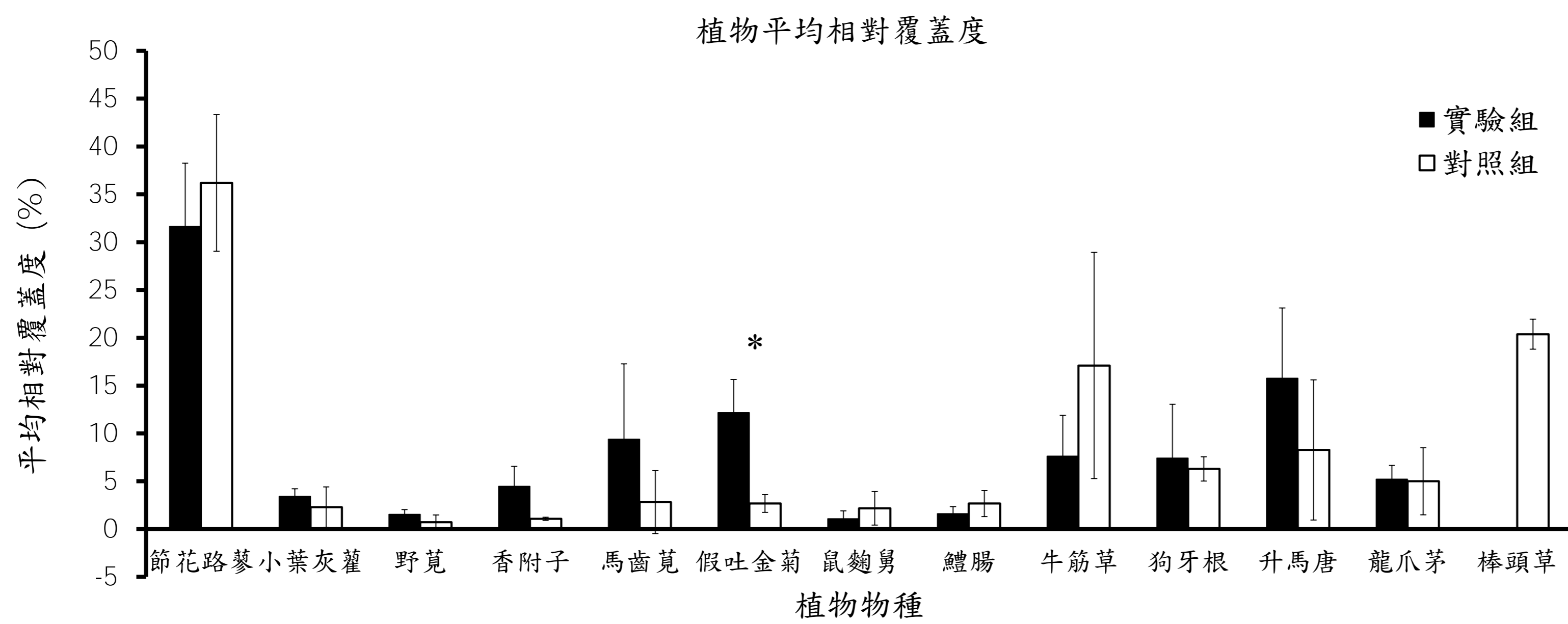


圖2 實驗組與對照組中植物的相對覆蓋度
* = $p < 0.05$

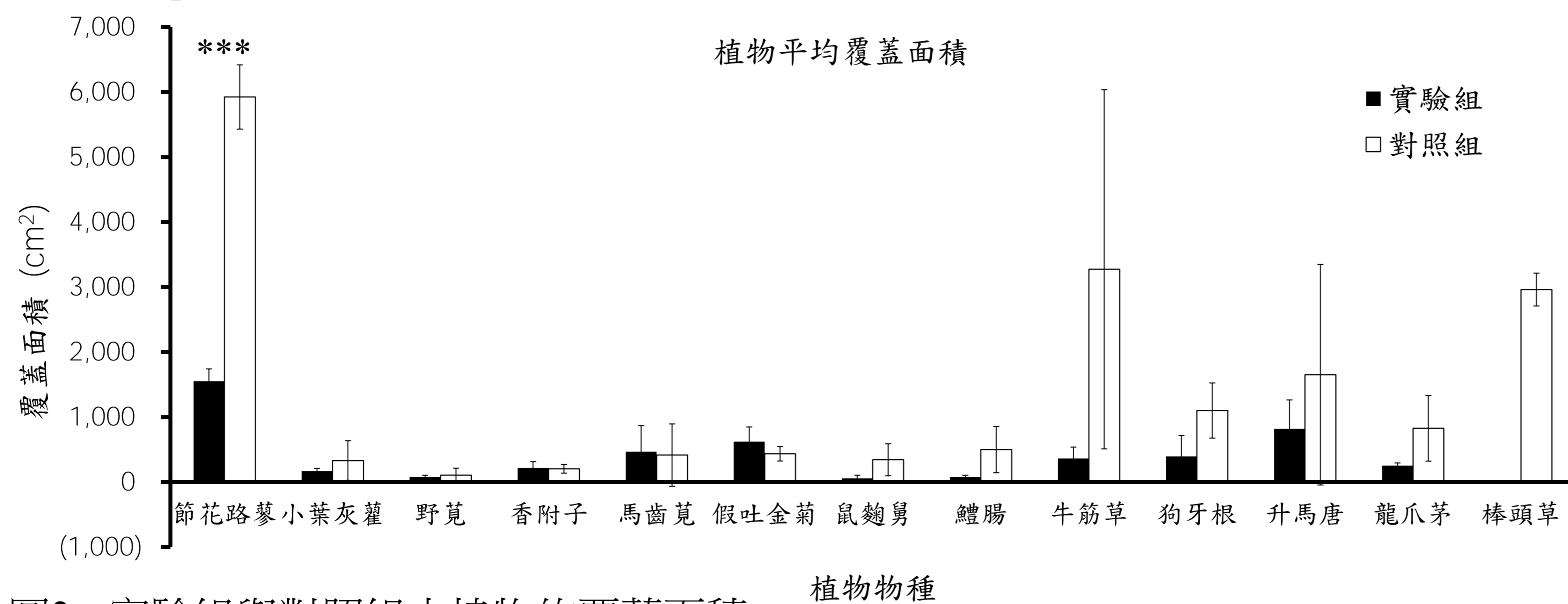


圖3 實驗組與對照組中植物的覆蓋面積
*** = $p < 0.001$

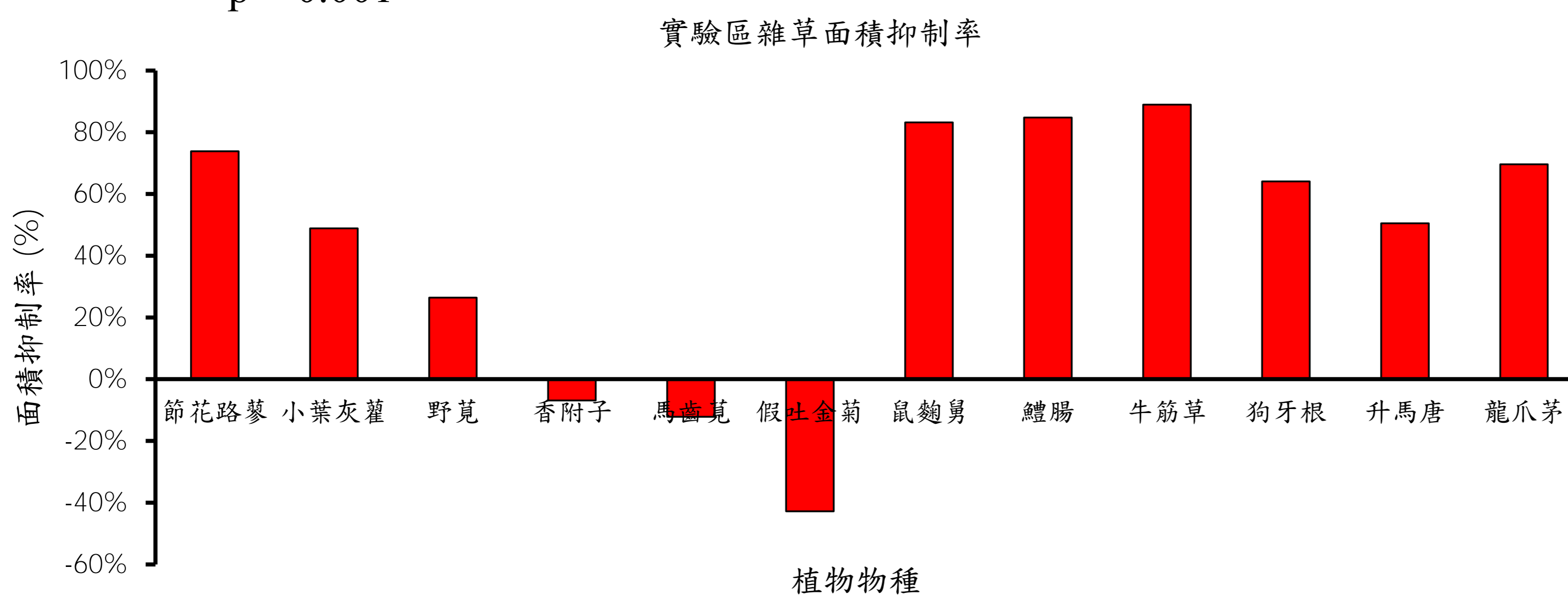


圖5 水稻實驗區水稻對於其他植物的抑制率

實驗組中以節花路蓼為優勢物種(31.64%)，其次為升馬唐(15.78%)、假吐金菊(12.18%)；對照組中節花路蓼為優勢物種(36.19%)，其次為棒頭草(20.37%)、牛筋草(17.10%)。棒頭草僅出現在對照組第二、三樣區但其平均覆蓋度卻佔很大比例，為對照組之中次高，僅次於節花路蓼(圖2)。

實驗區內除假吐金菊、野莧(*Amaranthus viridis*)、香附子、馬齒莧外，其餘物種覆蓋度皆是對照組大於實驗組。牛筋草及升馬唐因分布不均勻，導致標準差較大(圖3)。

由圖5可得知，多數植物面積抑制率為正值，其中以牛筋草(88.95%)、鱧腸(84.78%)、鼠麴舅(83.19%)、節花路蓼(73.82%)、龍爪茅(69.60%)、狗牙根(64.05%)最為明顯，表示水稻可抑制其生長。而假吐金菊(-42.82%)、馬齒莧(-12.20%)、香附子(-6.90%)等物種，抑制率呈現負值，表示水稻可能無法抑制其生長，抑或是有促進其生長的可能性。

實驗二、玉米與周邊植物的關係

	105. 11/08 剛種下的玉米	105. 11/22 14天後的玉米	105. 12/01 23天後的玉米	105. 12/15 27天後的玉米
實驗組				
對照組				

植物科別	種類	
	實驗組	對照組
禾本科	4	5
菊科	4	4
蓼科	1	1
藜科	1	1
莧科	1	2
莎草科	1	1
茄科	1	0
馬齒莧科	1	1
豆科	1	1
酢漿草科	1	0

表1 水稻樣區雜草物種科別統計

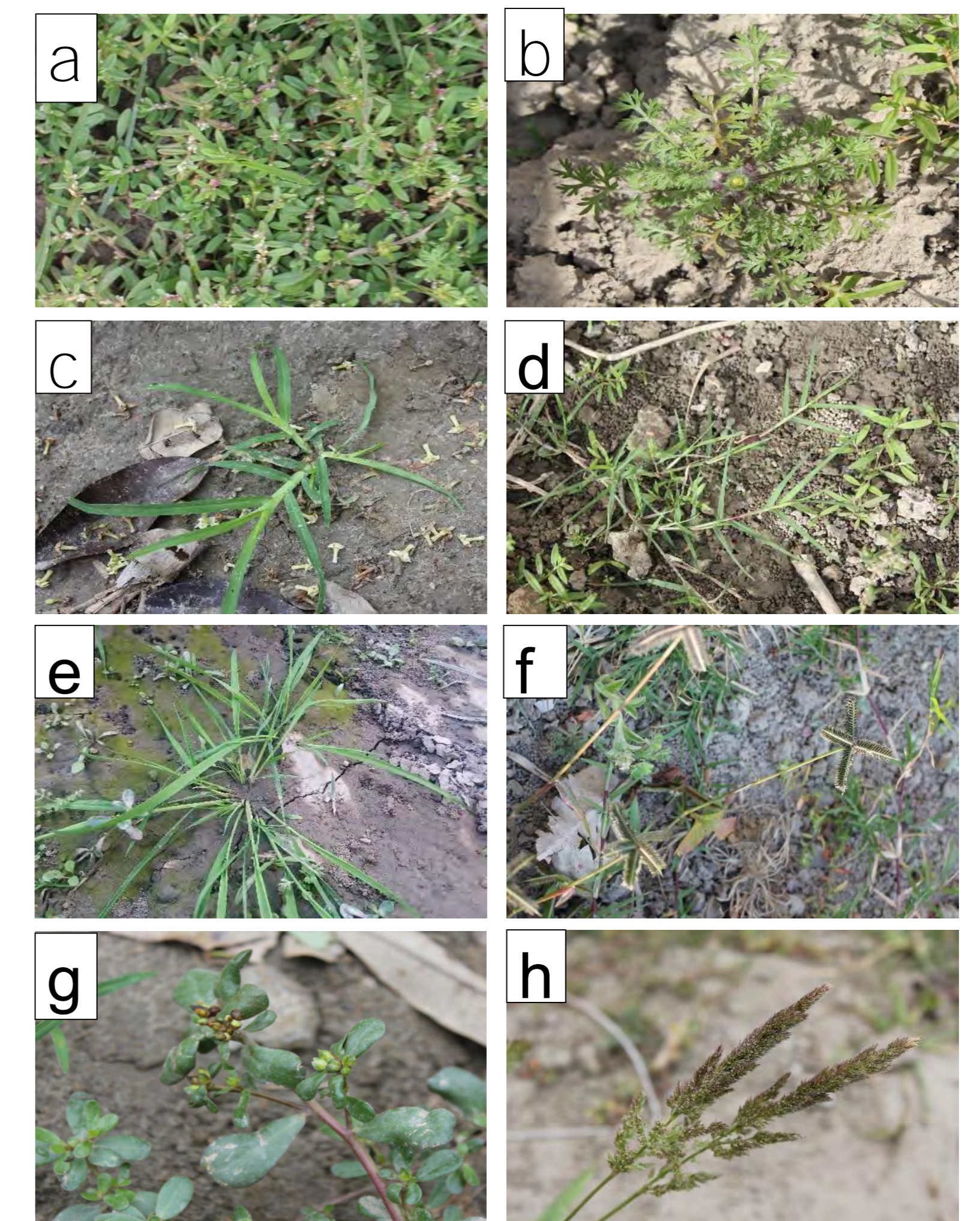


圖4 水稻實驗區優勢物種
a.節花路蓼(*Polygonum plebeium*)
b.假吐金菊(*Soliva anthemifolia*)
c.牛筋草(*Eleusine indica*)
d.狗牙根(*Cynodon dactylon*)
e.升馬唐(*Digitaria ciliaris*)
f.龍爪茅(*Dactyloctenium aegyptium*)
g.馬齒莧(*Portulaca oleracea*)
h.棒頭草(*Polypogon fugax*)

植物科別	種類	
	實驗組	對照組
禾本科	4	3
菊科	2	4
藜科	1	1
莧科	2	1
茄科	1	1
馬齒莧科	1	1
豆科	1	1

表2 玉米樣區雜草物種科別統計

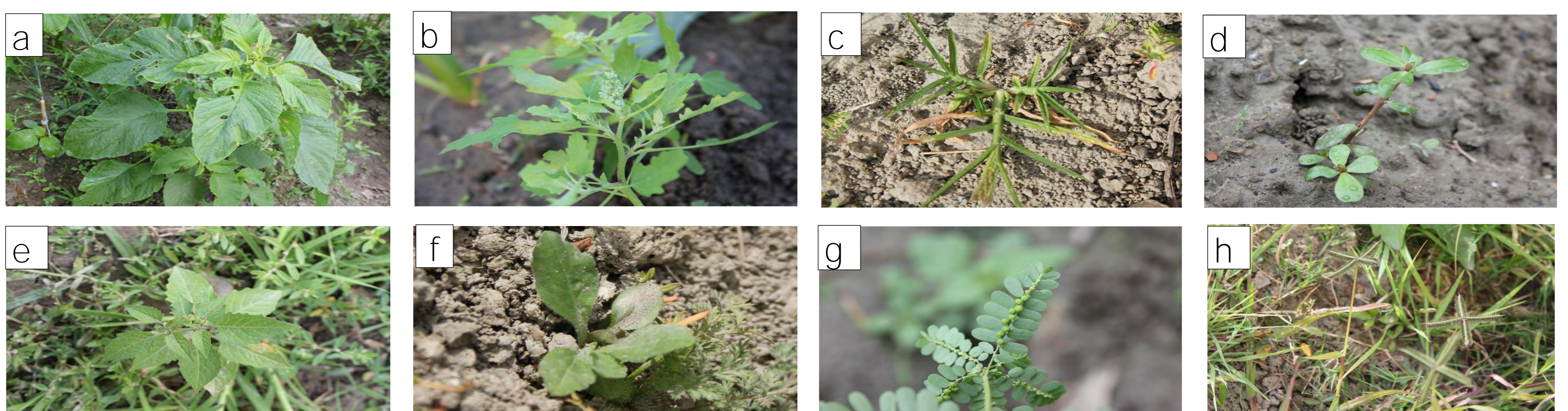


圖6 玉米實驗區優勢物種
a. 青莧(*Amaranthus patulus*)、b. 小葉灰藿, (*Chenopidium serotinum*)、c. 牛筋草(*Eleusine indica*)、d. 馬齒莧(*Portulaca oleracea*)
e. 龍葵(*Solanum nigrum*)、f. 鼠麴舅(*Gnaphalium purpureum*)、g. 葉下珠(*Phyllanthus urinaria*)、h. 龍爪茅(*Dactyloctenium aegyptium*)

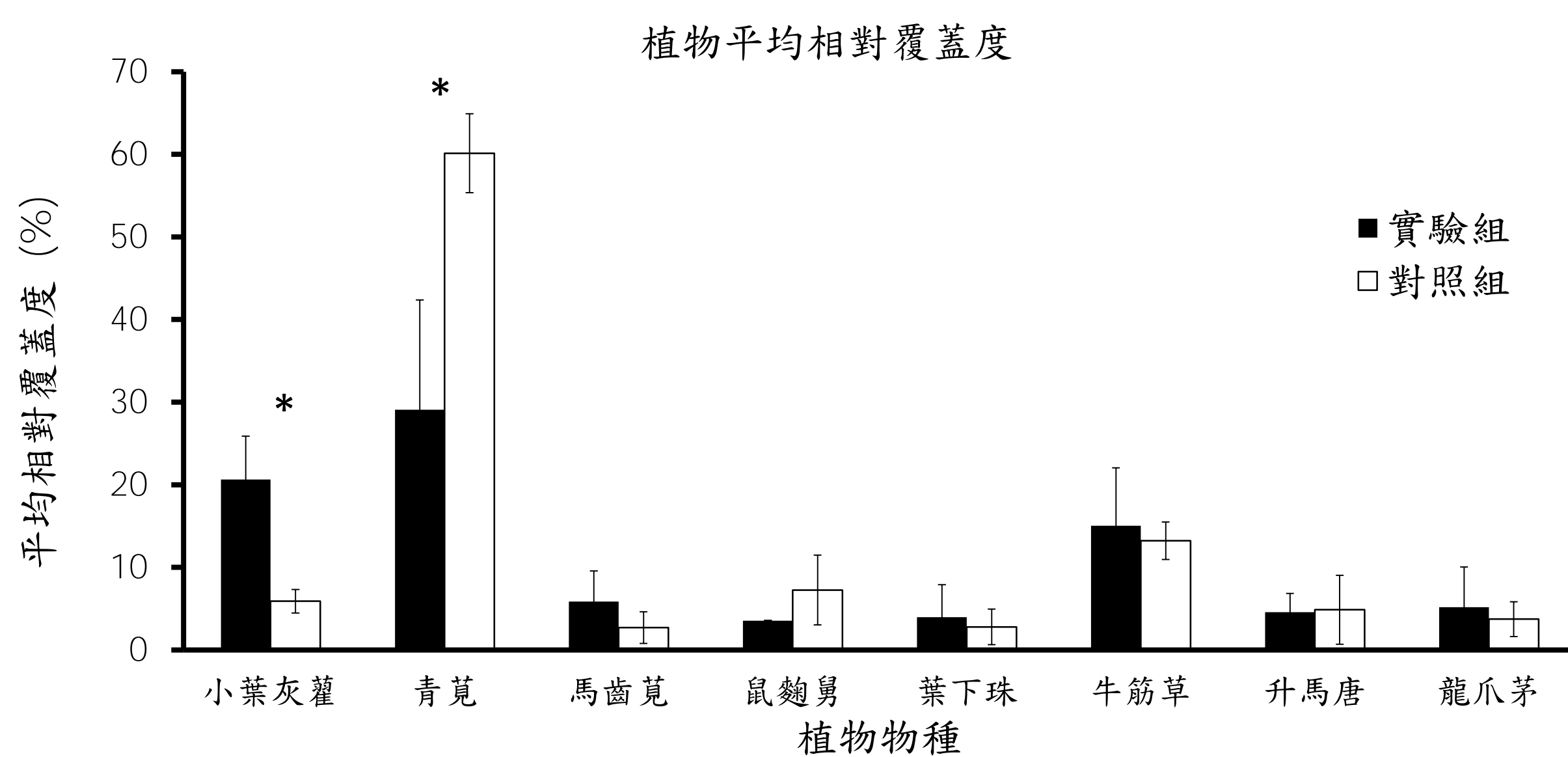


圖7 實驗組與對照組中植物的相對覆蓋度

* = $p < 0.05$

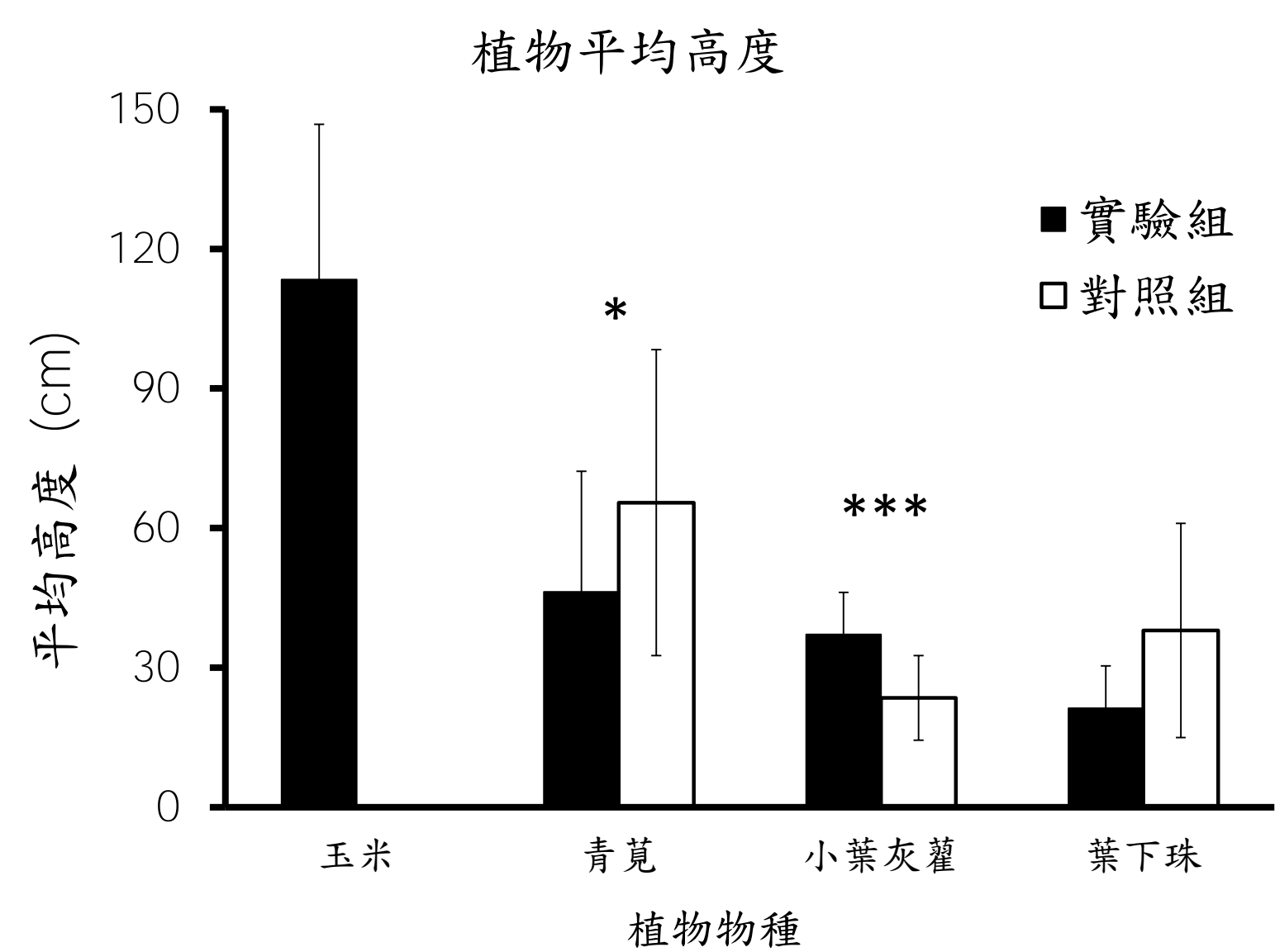


圖10 實驗組與對照組中相同種類植物平均高度之比較

* = $p < 0.05$, *** = $p < 0.001$

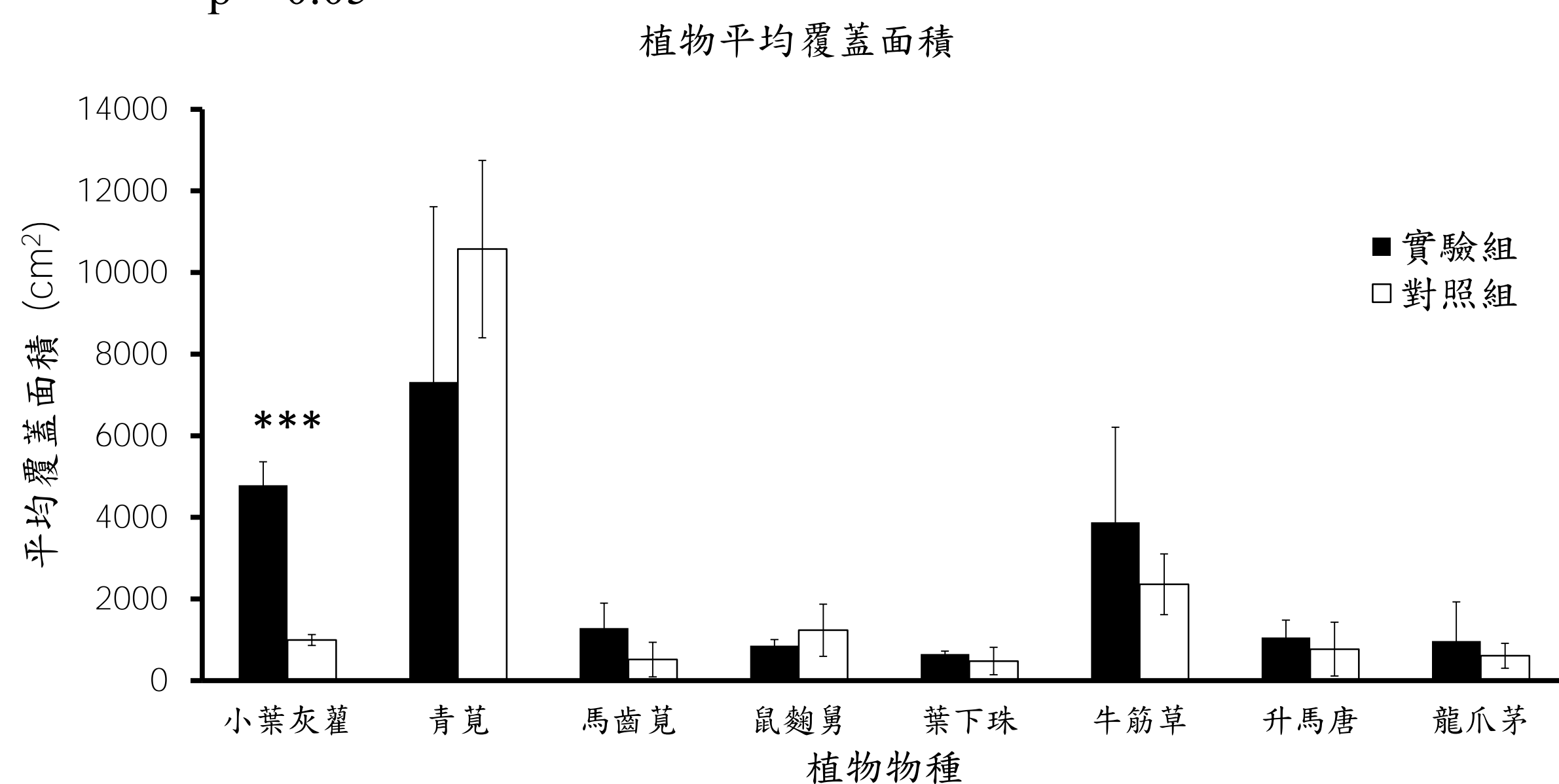


圖8 實驗組與對照組中相同種類植物覆蓋面積之比較

*** = $p < 0.001$

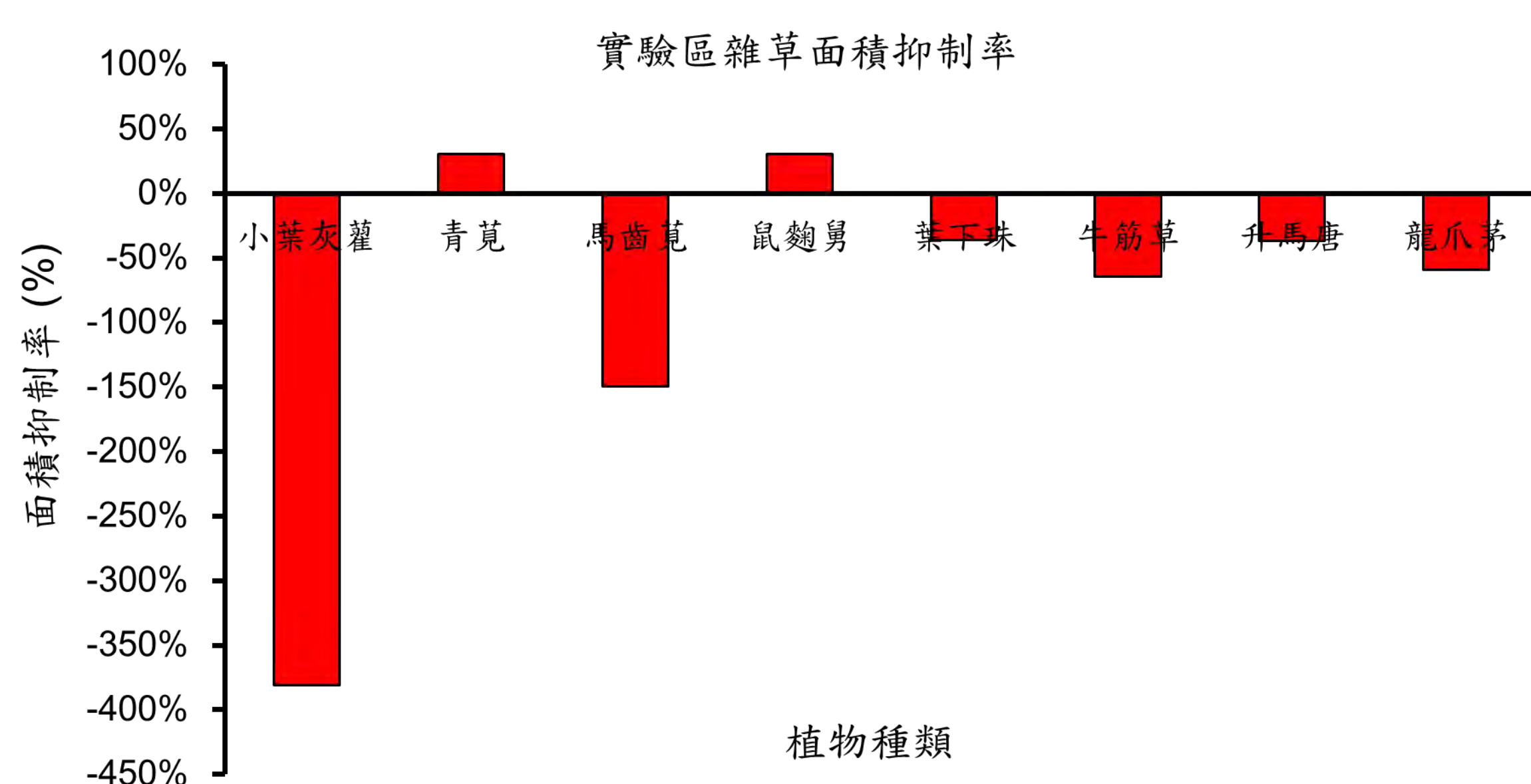


圖9 玉米實驗區其他植物覆蓋面積抑制率

實驗區中實驗組以青莧為優勢物種(29.09%)，其次為小葉灰藿(20.63%)、牛筋草(15.06%)、龍葵(11.91%)。對照組以青莧為優勢物種(60.13%)，其次為牛筋草(13.21%)。但龍葵在對照組中只出現在其中一塊樣區，所以在圖7中未列入比較。青莧為實驗組及對照組中覆蓋面積最大之物種。但實驗組的覆蓋面積比對照組小。玉米對於青莧及鼠麴舅具有抑制效果，而對於其他植物則是不影響或是具有促進之效果(圖8)。

由圖9可得知，多數植物面積抑制率為負值，其中以小葉灰藿最低(-381.18%)，表示玉米不影響、無法抑制或是促進其生長。而呈現正值的青莧(30.82%)及鼠麴舅(30.81%)則表示玉米可能可以抑制其生長。

植物物種的平均高度以玉米最高(113.42公分)，對照組的平均高度皆高於實驗組的有青莧(對照組：65.47公分，實驗組：46.29公分)及葉下珠(對照組：38.00公分，實驗組：21.29公分)，小葉灰藿則是相反(對照組：23.50公分，實驗組：37.13公分)(圖10)。

伍、討論與結論

- 根據實驗一的實驗結果可得知水稻實驗區內大部分植物的覆蓋面積較未種植水稻的對照組小，其中以牛筋草、具有抑制效果，與文獻中所敘述的化感作用中的「相剋」符合。
- 棒頭草僅出現於對照組，並未出現在實驗組，但卻佔有對照組20.37%的相對覆蓋度，可以推斷棒頭草還沒無法進入實驗組，所以造成覆蓋度的差異。
- 部分物種在實驗一中並不具有抑制效果，如假吐金菊、馬齒莧及香附子等，根據化感作用的原理，這些物種化感物質不敏感，可能是具有適應性，或是水稻可以促進其生長。
- 根據實驗二可得知玉米的實驗區內的大部分植物覆蓋面積較未種植玉米的對照組大，因此可推論玉米對於大部分出現於實驗區的植物不具有抑制能力，或是具有促進生長的效果，與文獻中所敘述的化感作用中的「相生」符合。
- 玉米對覆蓋面積的抑制不如水稻明顯，但對於植物的生長高度有抑制效果，有可能是環境因子、植物生長速及特性的影響，光照時數應為最大的影響因素。
- 比較水田及旱田的實驗結果，可以發現部分植物物種有被抑制的現象，而部分有生長促進的情形，這可能跟種的耐受性有關。而環境因子也可能影響實驗結果。
- 本實驗以化感作用為出發點，而實驗結果顯示，化感作用確實包含了「相生」及「相剋」兩部分。根據化感用所造成的抑制性，水稻應可作為天然的除草劑使用。
- 本實驗僅針對兩種全球最主要的糧食作物水稻及玉米作為研究對象，因此未來可以繼續針對不同的植物做研，進而找出更好的天然除草劑，以取代化學成分的除草劑，如此不但省錢更能保護環境，達到永續經營的目的。



圖11 對照組及實驗組青莧高度比較
對照組為162公分；實驗組為125公分。