

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

材質與動物行為表現之關係

The connection between construction materials and the behaviors of laboratory animals

計劃編號：87-2313-B-002-120-A09

執行期限：86年8月1日至87年7月30日

主持人：張紹光

執行機構及單位名稱：國立台灣大學獸醫學系

一、中文摘要：

居住環境對動物生活品質的影響是一個不可忽視的問題，不良的居住環境不但造成動物的不舒適感，也可能會危及動物的健康狀況。為了評估ICR小鼠對臺灣常見居住環境中的常用建材之喜好程度，以提供人類居住環境改良上的參考，並做為動物飼養管理精緻化的考量，在此實驗中，我們利用偏好試驗，比較小鼠對五種墊料間的偏好差異，其中包括四種臺灣常見的木質建材 - 鐵杉、槭樹、紅柳桉、柳杉及一種市售硬質木屑墊料。此外，也比較小鼠對三種不同材質小屋 - 水泥屋、木屋、鐵屋的偏好選擇。在本實驗所使用的偏好選擇系統為一種較經濟、簡便的方法，和以

往不同的是，不以受試動物在各測試籠中的相對停留時間為指標，而以其在各測試籠中築巢與否來判定其偏好。由實驗結果發現，小鼠較喜歡具有大型顆粒的墊料，其築巢的地點同時也是主要的飲食地點。此外，小鼠的偏好選擇也可能會受到其早期的居住經驗所影響，使其在熟悉環境中築巢的機會增加。不過此種情形在不同材質小屋間則均無明顯差異。由此推測，偏好試驗只能評估出動物對環境的短期需求，若一時間無法判斷出差異，則其偏好便不明顯；此外，由於實驗動物的需求和人不同，若僅以偏好試驗的結果來當作動物模式，推測人的需求，則可能會產生相當大的偏差。

關鍵詞：偏好試驗，ICR小鼠，墊

Abstract

Different housing conditions had been reported to affect the health and welfare of animals. Under the poor housing conditions not only cause stress, but interfere the normal physiologic process of animals. In order to evaluate the popular constructive materials used in Taiwan, the authors use the modified preference test to compare five bedding materials and three kinds of houses. The results indicated that beddings consisting of relative large particles were preferred by the ICR mice. Animals tended to feed and drink within the preferred cage. Early living experience seemed to play an important role on the animals' choice. Many animals were preferred the 'familiar' environment rather than the 'better' one. However, the preferences among different houses were not significant. Therefore, the preference tests might only differentiate the short-term effects from the housing conditions. In addition, because of the different demands between laboratory animals and human being, the authors assuming that the animal model do not have enough power to interpret the human needs.

Keywords: preference test, ICR mice,

二、緣由與目的

對實驗動物而言，如果將整個飼養室，看成一個大環境，那麼每一個飼育盒（箱）均將代表一個不同的微環境（Micro Environment），因此不論大小外在環境產生改變，均可直接或間接影響動物的正常生理反應，進而表現於其日常行為中。嚙齒類動物在自然情況下，大都有築巢之習性以供休息，禦防天敵之攻擊及哺育後代之用。此一築巢之習性，不但在經實驗室長期馴化之小鼠仍能見到，並且如果於飼育盒內供給適合之巢料，則表現更為明顯。因此，吾人若是考慮在巢穴內之相對溫濕度及光照強度等，則可能想像其和外界環境大不相同。

由第一年(進行中)所獲得之部份繁殖生長資料粗略得知，若在鞋盒式飼育箱內另加置一小屋，小鼠之繁殖生長情況，在木質及金屬小屋組優於水泥小屋組；而水泥小屋組相似於未加小屋之對照組。此類較佳之生殖表現，是否是由於材質的不同，造成小屋內相對溫度濕度的改變，於是直接延長小鼠在小屋內停留的時間，間接改變光照強度或節律所造成；抑或是由於小屋提供之隱密性，減少外界刺激，並亦有改變光照強度的效果，實

有進一步研究之必要。此外，在比較不同樹種之墊料可能對小鼠繁殖生長有影響的實驗中顯示，以楓木為墊料之實驗組小鼠之表現最優，美國鐵杉及紅柳桉次之，柳杉最劣。由上述初步資料得知，不同材質（木質、金屬、水泥）所建之小屋確會影響小鼠之生殖生長表現，即使是相同為木質，但為不同之樹種之墊料亦有明顯之影響。

因此，本實驗的目的在比較ICR小鼠對四種臺灣常用木材之偏好選擇，及其對木屋、水泥屋、鐵屋的喜好程度。希望能夠透過此實驗，了解實驗動物對不同居住環境的偏好，並探討居住於人為環境中的動物，其早期居住經驗是否仍足以影響之後的偏好選擇。此外，我們利用Echandia等（1982）所使用之偏好試驗模型，並根據Blom等（1992）的實驗結論加以改良，設計出另一種較簡便的試驗模型，並對其可信度與可行性加以檢討。因此，本試驗結果如能和其它以人類為模式的試驗相較，更可以提供大眾對居住環境另一角度的認識。

三、實驗結果

實驗一 小鼠對不同墊料之偏好試驗

築巢能力之評估：在所用的334隻小鼠中，築巢成功者之平均日齡與失敗者之平均日齡兩者間並無顯著差異。

性別對偏好選擇的影響：不同性別小鼠對墊料的偏好選擇結果顯示，公鼠與母鼠間並無顯著差異。然大致上，來自不同居住環境的小鼠，仍然有其不同的選擇趨勢：整體來說，小鼠對鐵杉、柳杉的喜好程度較高，槭樹及Beta-chip®次之，紅柳桉則較差；但原居住於Beta-chip®的小鼠，較偏好Beta-chip；原居住於柳杉的小鼠，亦明顯偏好柳杉。

不同居住環境中的食物與水消耗量：整體來說，小鼠在不同墊料的食物消耗量多少依序為：槭樹 > 鐵杉 > 柳杉 > 紅柳桉及Beta-chip®。若將公鼠與母鼠分開檢討，則發現這些差異主要來自母鼠。在飲水量方面，其消耗量多少依序為：槭樹 > 鐵杉 > Beta-chip® > 紅柳桉 > 柳杉。若將公、母鼠分開檢討，則發現這些差異主要來自公鼠。

實驗二 小鼠對不同材質小屋之偏好試驗

築巢能力之評估：總計141隻小鼠中，有21隻築巢失敗，其中築巢成功者與失敗者之平均日齡，兩者間並無顯著差異。

性別對偏好選擇的影響：不同性別小鼠對不同材質小屋的偏好選擇在公鼠與母鼠間並無顯著差異。來自各不同居住環境的小鼠，其偏好選擇的趨勢並無顯著差異，大致上皆以水泥屋及木屋的選擇機率較高，鐵屋則比較不理想，這種情形在從未接觸過小屋的小鼠更為明顯。不同居住環境中的食物與水消耗量經由F test檢討小鼠在不同材質小屋中食物與水消耗量的差異，結果顯示不論在性別或整體上，二者均無顯著差異。

四、討論

本偏好試驗所使用的ICR小鼠平均都有8週齡以上，體重也在30克左右，因此，在生理上較為成熟，應具有足夠的築巢能力。如Sherwin (1997)所言，大約有10% 的小鼠無法在獲得紙手巾的第一個暗期，將巢建造完成，或是明確地選擇築巢地點，即使給予他們較長的時間，部分小鼠仍無法成功地使用巢料。我們曾於實驗後

將這些築巢失敗的小鼠進行重覆試驗，結果發現牠們仍無法在24小時內學會使用紙手巾做巢，因此推測，於實驗中所見到築巢失敗者，可能多為個體差異所致。另一方面，由實驗的觀察得知，大部分小鼠的築巢時間都在暗期開始後的前數小時，顯示其可能在完成對整個偏好選擇器的探索後，就會著手進行。已築好巢的小鼠通常不會恣意搬離。由小鼠對不同墊料的偏好程度來看，整體而言是以鐵杉、柳杉、槭樹較佳，若配合這些墊料的粒子大小分布，我們可以發現小鼠偏好選擇的趨勢仍和墊料形狀及顆粒大小有很大的關聯。雖在整體上Beta-chip® 的被選擇率不高，但原居住於Beta-chip® 的小鼠，和其他各組比起來，對Beta-chip® 則有較高的偏好；類似的情形在柳杉組也可見到，但較不明顯。由此可知，動物早期的居住經驗，可能或多或少均會影響到動物對居住環境的選擇，尤其在動物感到緊迫時，可能較傾向於進入自己所熟悉的環境中。

在不同墊料中，動物的採食量排序與其偏好試驗的排序極為類似，可見動物可能喜歡在其築巢地的附近採食，而這種情形又以母鼠更為明顯。此現象也和Sherwin (1997) 認為動物

喜歡在飼料槽下方築巢的說法不謀而合。但是Blom (1995) 則認為，動物喜歡在不同的居住環境中進行不同的活動，例如在偏好試驗期間，即發現大鼠會在某個環境中休息，但在別的環境運動、飲食或排泄，因此Blom等認為，動物的不同的行為可能導致其對環境的不同需求。

在飲水方面，因為易受外界氣溫的影響，故變數較多。雖然在許多文獻中，皆發現公鼠會遠離築巢的地方飲水 (Blom *et al* 1992, 1995)，但在此實驗中，卻發現公鼠的飲水量在偏好選擇高的墊料群 - 鐵杉與槭樹中，仍顯著較高，較為特殊的反而是在選擇率不差的柳杉中飲水量顯著地低。因此，懷疑可能有其它的原因會影響到動物的飲水量。

不同材質的小屋對小鼠而言，應僅只於提供一個比「巢」更好的遮蔽環境，不像墊料直接影響了動物攝食、運動、築巢等行為，置放在飼育籠中的小屋讓動物有一個安全的休息空間，並可減少外界對小鼠的直接刺激。因此，小鼠對不同材質小屋的選擇標準主要應在於是否具保溫、防震、隔音等功能。在這種要求下，雖然木屋、水泥屋及鐵屋均屬於不易損壞的材質，但在濕度的調控上，木屋

可能具備較好的效果，因其有所謂「吸溼」及「脫溼」現象，讓木屋內外的溼度較為協調；此外，在隔音的效果上，可能則以水泥屋較佳。加上鐵屋內溫度的控制較為困難（其熱傳導率遠大於木屋及水泥屋）（王松永 1983），可能是使鐵屋成為最不受歡迎的小屋材質之原因。

由於不同材質小屋對動物的影響可能不是短期內便可看到的，動物必需在其中居住一段時間後才能明顯感受到其中差異，加上所有小屋都經過數十次高溫高壓溼熱滅菌，消除了它們對動物造成的嗅覺記憶，可能也是使其偏好選擇不明顯的原因之一。若要進一步探討不同材質小屋的差異，由小屋內光度、溫溼度變化、隔音效果、動物居住後氨的產生濃度等方面著手，可能可以得到較多的資訊。

由小鼠對不同居住環境偏好試驗的結果，配合張等 (1996) 以類似居住環境對動物繁殖狀況影響的評估，可發現並不是非常吻合，這可能是因為偏好試驗只能看出環境對動物當時生活品質的影響，而不能看到長期的效應。因此，許多學者認為偏好試驗可提供完整的動物需求面之認知的說法，似乎並不是完全正確。

由於小鼠對環境的需求和人類有

極大的差異，若僅以小鼠的偏好試驗結果做為人類在居住環境上的參考，將會非常牽強。以本實驗為例：對人而言，一個好的建材，所需具備的條件主要為其質地、防蟲性、抗蛀性、及是否適合加工處理等，但對小鼠而言，主要則為其打碎後的顆粒大小，這主要決定在木材的堅硬度與質地，但小鼠所喜好的材質也未必為人類所愛。故若欲以動物的偏好試驗為一種生物模式，直接推測人類的需求，可能會是一種較無意義的作法。

最後，雖然本實驗所用之偏好試驗模型較其它文獻所用者簡便許多，無法找到一個適合、具較強效力的統計方法為其最大的缺點。因此，使許多試驗結果均無法看出顯著差異。另外，在樣本數方面，由於分組數目過多，也使得每個小分組樣本數不足，故在許多原本就不明顯的偏好差異上，更不易看出其中差別。不過，由實驗結果所見到的選擇趨勢，也證明和許多學者所見略同，表示以築巢與否當做動物偏好試驗的指標，應是一種可行也可信的方式，不過，為了能夠得到更科學化的數據，仍需再做數據收集方式的改進。

五、參考文獻

王松永。商用木材。中華民國林產事

業協會。台北。1983

林天書，趙榮台，鄒哲宗。六種主要進口及省產木材之抗白蟻性。台灣林業科學 11:297-302，1996

呂福原，蔡崑堉，林慶東，莊純合。台灣商用木材圖鑑。行政院農委會。台北。1990

Blom HJM, Van Tintelen G, Baumans V, Van Den Broek J, Beynen AC. Development and application of a preference test system to evaluate housing conditions for laboratory rats. *Appl Anim Behav Sci* 43: 279-290,1995

Blom HJM, Van Tintelen G, van Vorstenbosch CJAHV, Baumans V, Beynen AC. Preferences of mice and rats for types of bedding material. *Lab Anim* 30: 234-244, 1996

Blom HJM, van Vorstenbosch CJAHV, Baumans V, Hoogervorst MJC, Beynen AC, van Zutphen LFM. Description and validation of a preference test system to evaluate housing conditions for laboratory mice. *Appl Anim Behav Sci* 35: 67-82, 1992

Bolen EG. Animal behavior and wildlife management. In: *Wildlife Ecology and management*. Simon & Schuster Co. New Jersey, 66-68, 1995

Bult A, Lynch CB. Nesting and fitness: lifetime reproductive success in house mice bidirectionally selected for thermoregulatory nest-building behavior. *Behav Genet* 27:231-240, 1997

Cheal ML, Klestzick J. Attention and habituation: odor preferences, long-term memory, and multiple sensory cues of novel stimuli. *J Comp Physiol Psychol* 96: 47-60, 1982

Jacoby RO, Fox JG. Biology and diseases of mice. In: Fox JG, Cohen

- BJ, Loew FM ed. Laboratory animal medicine. Academic press, UK. 32-34, 1984
- Martin P, Bateson P. Measuring behaviour: an introductory guide. Cambridge University Press, Great Britain, 1993
- Paredes RG, Alonso A. Sexual behavior regulated (paced) by the female induces conditioned place preference. Behav Neurosci, 111: 123-128, 1997
- Pettijohn TF, Barkes BM. Surface choice and behavior in adult Mongolian gerbils. Psychol Rec 28: 299-303, 1978
- Potgieter FJ, Wilke PI. Effect of different bedding materials on the reproductive performance of mice. J S Afr Vet Assoc 68: 8-15, 1997
- Potgieter FJ, Wilke PI. The dust content, dust generation, ammonia production, and absorption properties of three different rodent bedding types. Lab Anim 30: 79-87, 1996
- Potgieter FJ, Wilke PI. The *in vitro* enzyme-inducing and cytotoxic properties of South African laboratory animal contact bedding and nesting materials. Lab Anim 29: 163-171, 1995
- Rodriguez Echandia EL, Foscolo M, Broitman ST. Preferential nesting in lemon-scented environment in rats reared on lemon-scented bedding from birth to weaning. Physiol Behav 29: 47-49, 1982
- Sherwin CM. Observation on the prevalence of nest-building in non-breeding TO strain mice and their use of two nesting materials. Lab Anim 31: 125-132, 1997
- Sherwin CM. Preferences of individually housed TO strain laboratory mice for loose substrate or tubes for sleeping. Lab Anim 30: 245-251, 1996
- van de Weerd HA, van den Broek FAR, Baumans V. Preference for different types of flooring in two rat strains. Appl Anim Behav Sci 46: 251-261, 1996
- Williams JL, Groux ML. Exposure to various stressors alters preferences for natural odors in rats (*Rattus norvegicus*). J Comp Psychol 107: 39-47, 1993

表3-1、不同性別小鼠對墊料的偏好選擇

來源 偏好	Beta-chip® 組		槭樹組		柳杉組	
	公鼠	母鼠	公鼠	母鼠	公鼠	母鼠
Beta-chip®	16	12	9	8	7	9
槭樹	10	12	14	7	8	10
柳杉	6	11	7	13	15	11
紅柳桉	6	7	5	5	9	11
<i>p value</i>	0.541		0.365		0.829	

不同來源小鼠的偏好試驗結果

表3-2、不同性別小鼠對小屋的偏好選擇

來源 偏好	水泥屋組		鐵屋組		木屋組		無小屋組	
	公鼠	母鼠	公鼠	母鼠	公鼠	母鼠	公鼠	母鼠
水泥屋	8	5	6	6	5	7	8	5
鐵屋	4	5	6	1	3	5	2	2
木屋	3	5	3	8	7	3	6	7
<i>P value</i>	0.649		0.055		0.386		0.620	

不同來源小鼠的偏好試驗結果

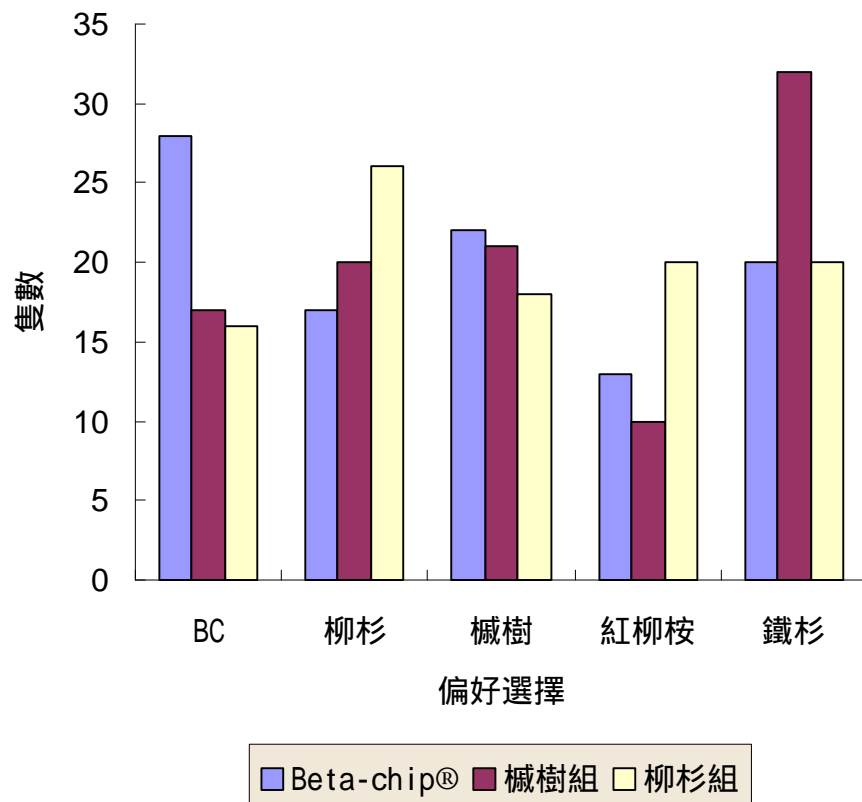


圖3-1、不同來源小鼠對墊料的偏好選擇。BC= Beta-chip

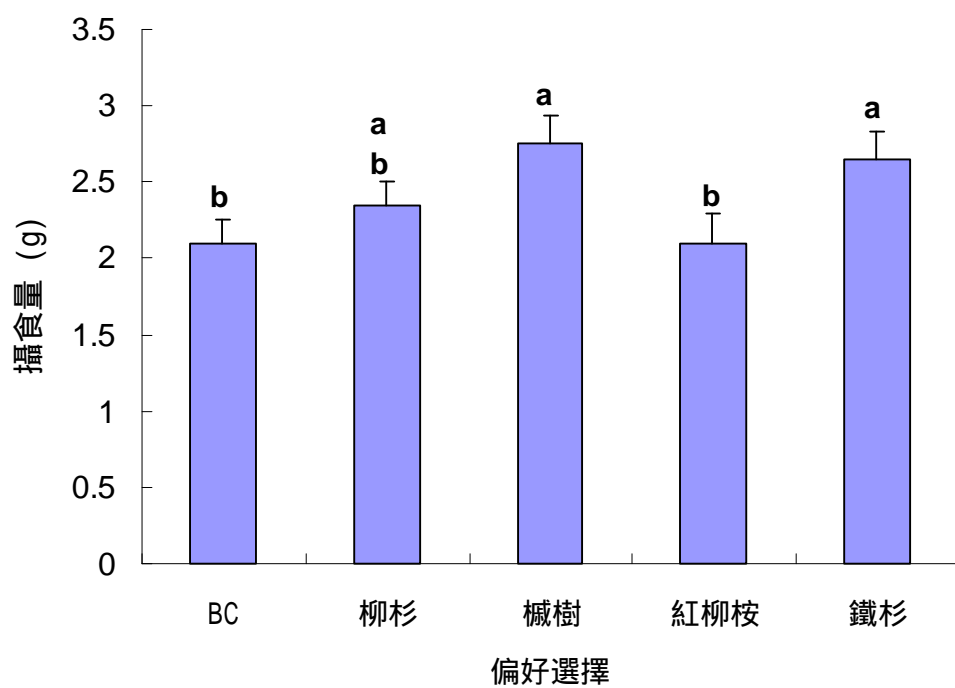


圖3-2、不同墊料中之食物消耗量。n=120。BC= Beta-chip，在各組上方不同的英文字母表示具有顯著差異。

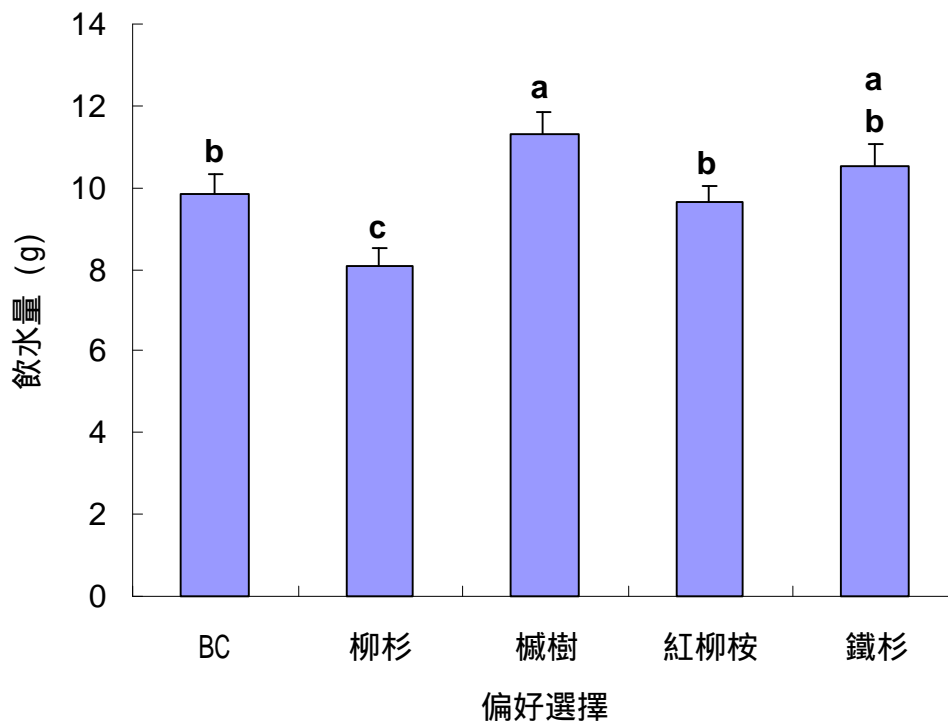


圖3-3、不同墊料中之飲水量。n=120，BC= Beta-chip，在各組上方不同的英文字母表示具有顯著差異。

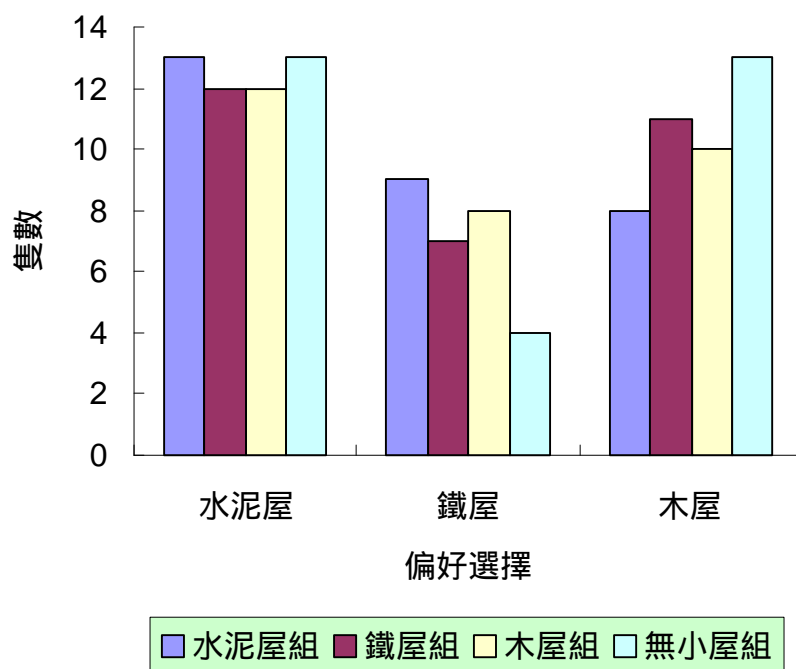


圖3-4、不同來源小鼠對小屋的偏好選擇。

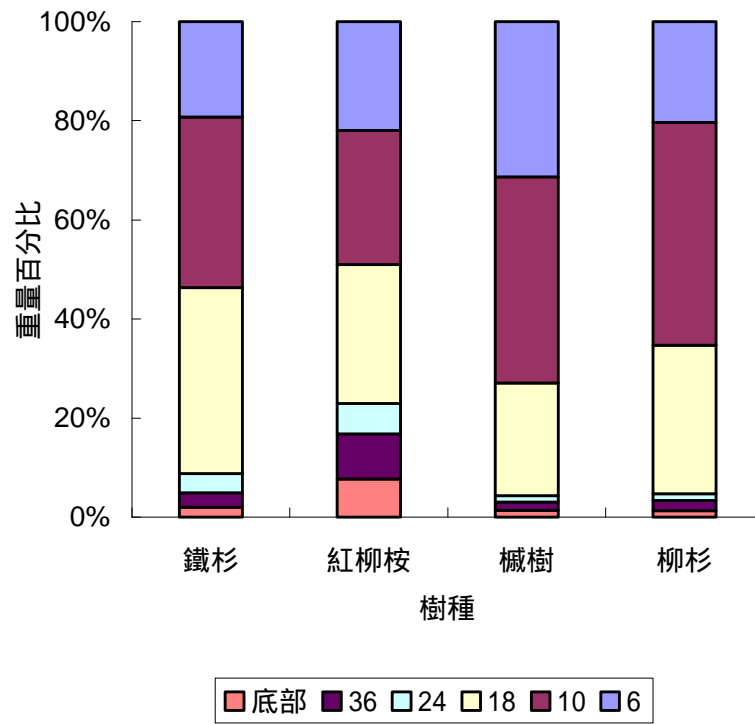


圖4-1、各樹種墊料顆粒大小分布重量百分比。圖例中數字為篩孔 (mesh) 號碼，號碼愈小，表示篩孔愈大。