研究報告

沙埋深度對濱刀豆幼苗出苗及生長性狀之影響

施承穎[1] 李嶸泰[1*]

（收件日期：民國111年7月5日、接受日期：民國111年10月13日）

【摘要】臺灣位處於亞熱帶季風氣候區，季風常引起海岸地區嚴重的風蝕和沙塵。沙塵防治已成爲海岸管理之重要課題。濱刀豆*(Canavalia rosea)*爲海岸沙丘常見之本土重要定砂豆科沙生植物。在濱海沙丘地帶，沙埋是影響植物生長與發育之重要環境因子。但是，甚少有關沙埋對濱刀豆出苗及幼苗生長之研究。本研究探討不同沙埋深度(0、1、2、3、4、6、8及10 cm)對濱刀豆出苗及幼苗生長性狀之效應。研究結果顯示，濱刀豆種子之最適沙埋深度爲1和2 cm，表示淺層沙埋能有效提高幼苗出苗率。此外，淺層沙埋能增進幼苗之高生長、莖葉生物量及總生物量。綜合以上結果顯示，濱刀豆種子具有耐淺層沙埋之能力，適合作爲海岸定砂植物。

【關鍵字】濱刀豆、沙埋、出苗、生長性狀。

[1] 國立嘉義大學森林暨自然資源學系。
Department of Forestry and Natural Resources.
[*] 通訊作者。
Corresponding author Email: jtlee@mail.ncyu.edu.tw

Research paper

INFLUENCE OF SAND BURIAL DEPTH ON SEEDLING EMERGENCE AND GROWTH TRAITS OF *CANAVALIA ROSEA*

Cheng-Ying Shih[1]　Jung-Tai Lee[1*]

（Received: July 5, 2022; Accepted: October 13 , 2022）

【Abstract】Taiwan is located in the subtropical monsoon climate zone. Monsoon winds often induce serious wind erosion and fugitive dust hazards in coastal regions. Fugitive dust control has become a pressing issue of coast management. *Canavalia rosea* is an important sand-binding leguminous psammophyte occurring on coastal sand dune areas. Sand burial is an important environmental factor for plant growth and development on sand dunes areas. However, the effect of sand burial on seedling emergence and growth of *C. rosea* is seldom investigated. In this study, the effects of sand burial depth on seedling emergence and growth traits of *C. rosea* were investigated at eight sand burial depths (0, 1, 2, 3, 4, 6, 8, and 10 cm). The results show that shallow sand burial enhanced seedling initial emergence time and emergence rate. The optimal sand burial depths were 1 and 2 cm, indicating that shallow sand burial could enhance seedling emergence. Additionally, shallow burial also increased seedling height growth, stem leaf biomass and total biomass. Taken together, seeds of *C. rosea* can resist shallow sand burial. Therefore, *C. rosea* is suitable for use as sand-binding plants in coastal regions.

【Key words】*Canavalia rosea*, sand burial, seedling emergence, growth traits.

I、緒言

臺灣地處亞熱帶季風氣候區，季風常引起海岸地區嚴重的風蝕和沙塵。海岸防風定沙作業已成爲海岸管理之重要課題。濱刀豆爲海岸沙丘常見之豆科沙生植物，具有抗風蝕與定沙之潛力。在濱海沙丘地帶，沙埋是影響植物生存、生長及發育之重要環境因子。沙丘植物的種子常遭受飛砂掩埋，嚴重影響植物種子之發芽、幼苗之出苗及生長。然而，甚少有關沙埋對濱刀豆出苗及幼苗生長之研究。濱刀豆爲本土重要的定砂豆科沙生植物(范基南，1993; Huang and Ohashi, 1993)。濱刀豆種子之發芽係指種子萌發長出胚根，而幼苗出苗係指發芽後幼苗子葉冒出沙埋土面。前人研究顯示，淺層沙埋可以增進沙丘植物之出苗率及生長(Martinez and Moreno-Casasola, 1996; Li *et al*., 2020)。Wang *et al.* (2019)指出，淺層沙埋會促進沙漠灌木梭梭(*Haloxylon ammodendron* Bunge)之幼苗出苗率及存活率。臺灣海岸沙丘長年受到季風之吹襲，呈現動態變遷，沙丘植物種子因而常被掩埋在流沙中，而沙埋之深淺會直接影響影響幼苗之出苗及存活，進而影響植群的生存與拓殖。本研究試驗動機係針對此一動態環境，而提出沙埋之深淺會影響濱刀豆出苗及幼苗生長之研究假說。本研究之目的乃在探討不同沙埋深度對濱刀豆出苗及幼苗生長之效應，以供防風定沙植生作業之參考。

II、材料與方法

(I)試驗材料

本次試驗使用之濱刀豆種子係於2021年3月採集自嘉義縣布袋鎮好美里沙丘(120°8'46"E, 23°35'15"N, 圖1)。豆莢攜回實驗室經天然乾燥後剝取種子(圖2)，置入夾鏈袋中常溫儲存供沙埋試驗用。種子之大小平均爲長14.97 ± 0.03 mm，寬9.22 ± 0.03 mm)。沙埋管係以直徑10 cm，高30 cm之塑膠管製成，並將沙埋管定置於30 cm ×30 cm×30 cm(長×寬×高)的木箱內，再將取自同一沙丘地之沙土填充各沙埋管。沙土含91.1%砂、7.2%坋土及1.7%石粒。沙土之化學性質爲pH 8.3、電導度0.04 ds m^{-1}、有機質0.18 g kg^{-1}、全氮量0.03%、磷20 mg kg^{-1}、鉀32 mg kg^{-1}及鈣800 mg kg^{-1}。備妥之沙埋管共計80管供後續沙埋試驗用。在實驗期間於每天下午4-5點時觀察和紀錄發芽及出苗狀況，每5天定時澆水。

(II)沙埋試驗

首先將濱刀豆種子以80°C之熱水浸泡1 h後，再以3%漂白水殺菌後以無菌水沖洗乾淨備用。沙埋試驗分0、1、2、3、4、6、8、10 cm等8種沙埋深度進行。以沙土填補沙埋管周圍將其固定於木箱中。每一個木箱放置8根沙埋管。沙埋管底部以不織布封住，以保持排水及通氣。每一管播10粒種子，每一深度處理10重複。隨後，將各試驗木箱逢機排列於嘉義大學森林苗圃(120°29'06.67"E, 23°01.69"N)之網室內。實驗期間爲70天，每5天定時澆水50 mL，且每天觀察和紀錄發芽及出苗狀況。播種用海沙之保水力不佳，但爲模擬海岸沙丘沙埋之環境所以採用海沙。每5天澆灌50 ml的水，此時播種床的平均土

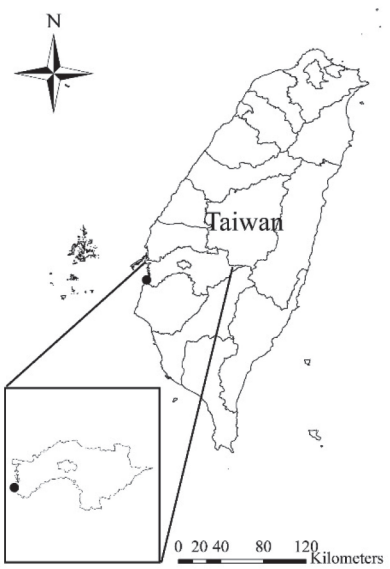

圖1 樣品採集地點位置圖。
Fig. 1. Sample collection site.

圖 2 濱刀豆莢及種子圖。
Fig. 2 Pod and seed of *Canavalia rosea.*

壤含水率爲21±5%。在播種時已充分澆水供應水分。網室的溫度約爲26 ± 5 °C、日照條件爲晴天正午之光合作用光量子密度(Photosynthetic photon flux density, PPFD)約爲1000 ± 200 μmole photon m^{-2} s^{-1}。

(III)幼苗生長性狀及生物量調查

沙埋試驗70天結束後，以自來水沖洗各沙埋管之沙土，取出整株幼苗，調查記錄每株幼苗之苗高、基徑及主根長等生長性狀，以供分析不同沙埋深度對幼苗生長性狀之影響。隨後，分別截斷收集幼苗之根部與莖葉，以75 °C烘乾至恆重，分別稱取根部生物量及莖葉生物量，以供分析不同沙埋深度對幼苗生物量之效應。

(IV)統計分析

八種沙埋深度處理幼苗之初出苗時間、生長性狀及生物量之差異係以單因子變異數分析法(One way ANOVA)及費雪最小顯著差異性檢定法(Fisher's protected least significant difference test, LSD test)分析之。出苗率則先經平方根反正弦變換(arcsine square root transformation)後，再進行單因子變異數分析及費雪最小顯著差異性檢定法分析之。

III、結果與討論

(I)幼苗初出苗時間及出苗率

統計分析結果顯示，八種沙埋深度處理間之幼苗初出苗時間有顯著差異(表1)。沙埋深度1及2 cm之幼苗初出苗時間最短，分別爲7.50 ± 1.07及6.63 ± 1.34 天。不同沙埋深度間之幼苗出苗率亦有顯著差異(表2)。沙埋深度1及2 cm之幼苗出苗率爲最高，分別爲72.50 ± 5.44%及75.00 ± 1.83%，而以沙埋深度0及10 cm之幼苗出苗率爲最低，分別爲35.00±5.63%及40.00±4.47%。研究結果顯示，濱刀豆種子之最適沙埋深度爲1及2 cm，而曝露於沙土上及深層之10 cm之沙埋均抑制出苗及出苗率。前人研究亦指出，幼苗之出苗率與沙埋深度呈現負相關性(蘇延桂等，2007；Zhang *et al*., 1990)。這可能歸因於在未覆土之環境中，會因強烈光照、溫度及過度乾燥等因素，導致暴露在地表之種子發芽較差。

表1 不同沙埋深度對濱刀豆幼苗出苗時間之影響

Table 1 Effect of sand burial depth on the initial emergence time of *Canavalia rosea*.

Sand burial depth (cm)	Initial emergence time (day)
0	30.38±3.96[a]
1	7.50±1.07[b]
2	6.63±1.34[b]
3	12.50±0.35[a]
4	14.88±3.64[ab]
6	16.25±3.22[ab]
8	21.13±2.39[a]
10	21.42±1.95[a]
F	9.605***

所有數值爲平均值±標準誤差(N = 10)。同行數值後之字母不同者代表差異性顯著 (***p<0.001)。

表2 不同沙埋深度對濱刀豆70天出苗率之影響

Table 2 Effect of sand burial depth on the 70-day emergence rate of *Canavalia rosea*.

Sand burial depth (cm)	70-day emergence rate (%)
0	35.00±5.63[c]
1	72.50±5.44[a]
2	75.00±1.83[a]
3	67.50±4.79[ab]
4	67.50±5.74[ab]
6	65.00±1.83[b]
8	60.00±4.65[b]
10	40.00±4.47[c]
F	10.215***

所有數值爲平均值±標準誤差(N = 10)。同行數值後之字母不同者代表差異性顯著 (***p<0.001)。

Zheng *et al*. (2005)之研究指出，豆科植物檸條錦雞兒(*Caragana korshinskii*)、山竹岩黃耆(*Hedysarum fruticosum*)及紫花苜蓿(*Medicago sativa*)之種子於沙埋深度0.5 cm之出苗率爲最高。Liu *et al*. (2011)之沙埋試驗結果證實，新疆古爾班通古特沙漠地區之準噶爾無葉豆(*Eremosparton songoricum*)之可出苗最大沙埋深度爲6 cm，且自沙埋深度1 cm至6 cm其出苗率隨沙埋深度之增加而降低。Long *et al*. (2012)針對中亞地區沙漠豆科植物鐮莢黃耆(*Astragalus arpilobus*)種子之沙埋試驗結果顯示，鐮莢黃耆之出苗率以沙埋深度1 cm 及 2 cm者爲最高。Müller *et al*. (2019)研究沙埋對南非多年生豆科植物*Calobota sericea*種子出苗之影響亦發現，其出苗率以沙埋深度2-4 cm者爲最高。這些研究結果皆顯示，淺層沙埋有利於提高沙生豆科植物之出苗率，此一現象可歸因於淺層沙埋可避免陽光對種子直接曝曬，也可提供較爲濕潤的生長環境，讓種子有更好的發芽環境。朱雅娟等(2005)指出若過度沙埋時，將導致通氣不良、溫度變化及微生物滋生等問題，將會影響種子發芽。因爲本試驗所使用之種子均經水選及消毒處理，所以試驗調查時發現，所有未發芽的種子均保持完好且無種子腐壞或發芽時胚芽感染情形，並以1% Tetrazolium chloride試劑，進行種子活力檢驗證實均具有活力；同時，亦未發現已發芽但中途夭折者。綜合以上所述，淺層的沙埋深度1及2 cm有利於提早濱刀豆種子之發芽出苗時間，且能提高出苗率，亦即淺層沙埋可增進濱刀豆幼苗之出苗時間及出苗率。

(II)幼苗生長性狀

分析結果顯示，八種沙埋深度處理間幼苗之基徑、苗高及主根長均有顯著差異。沙埋深度6 cm者之幼苗基徑3.46±0.12

cm最大，且幼苗之基徑有隨沙埋深度之增加而增加之趨勢(圖3)。幼苗之苗高以沙埋深度2及4 cm者之70.98±3.06 cm及71.79±3.50 cm爲最高，且呈現隨沙埋深度之增加而減少之趨勢(圖4)。Müller *et al.* (2019)之沙埋試驗結果亦顯示，南非多年生豆科植物*Calobota sericea*之地上部高度隨沙埋深度之增加而降低。此外，幼苗之主根長除沙埋深度6 cm者達42.17±1.19 cm爲最長外，隨沙埋深度之增加而微下降 (圖

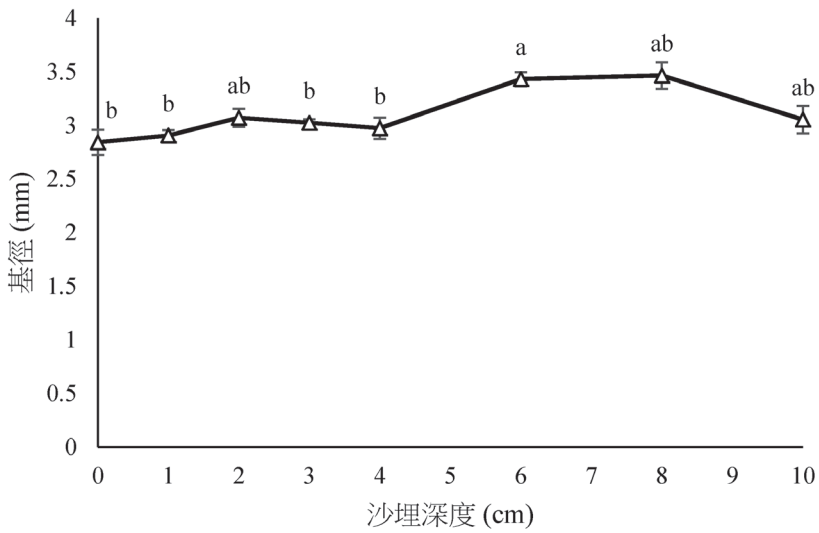

圖3 濱刀豆基徑隨沙埋深度之變化。
Fig. 3 Changes of stem base diameter with respect to sand burial depth for *Canavalia rosea*.

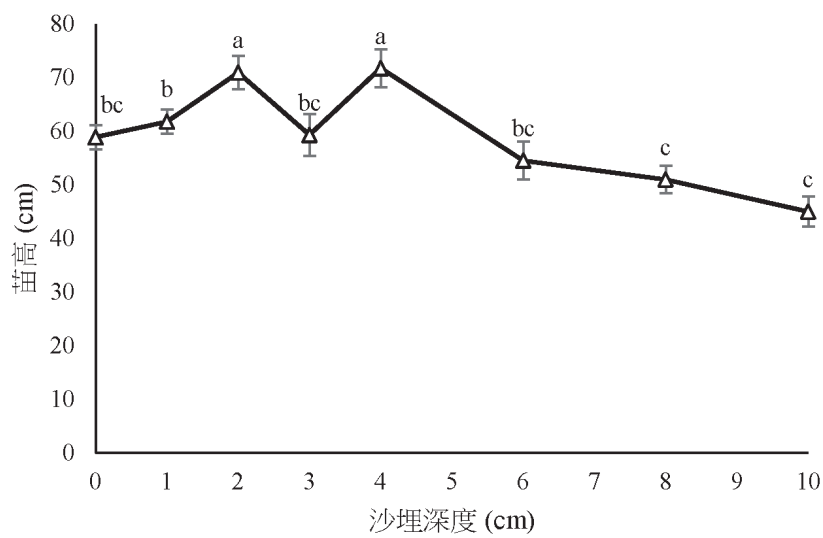

圖4 濱刀豆苗高隨沙埋深度之變化。
Fig. 4 Changes of seedling height with respect to sand burial depth for *Canavalia rosea*.

5)。幼苗之主根長超過沙埋管長度，其末端生長呈盤繞型態。

(III)幼苗生物量

結果顯示，八種沙埋深度處理間幼苗之莖葉生物量、根生物量、莖葉與根生物量比及總生物量均呈現顯著差異。幼苗之莖葉生物量顯現隨沙埋深度之增加而降低之趨勢(圖6)。幼苗之根生物量除以沙埋深度0 cm者之0.46±0.03 g爲最高外，之後隨沙埋深度之增加無明顯降低之趨勢(圖7)。

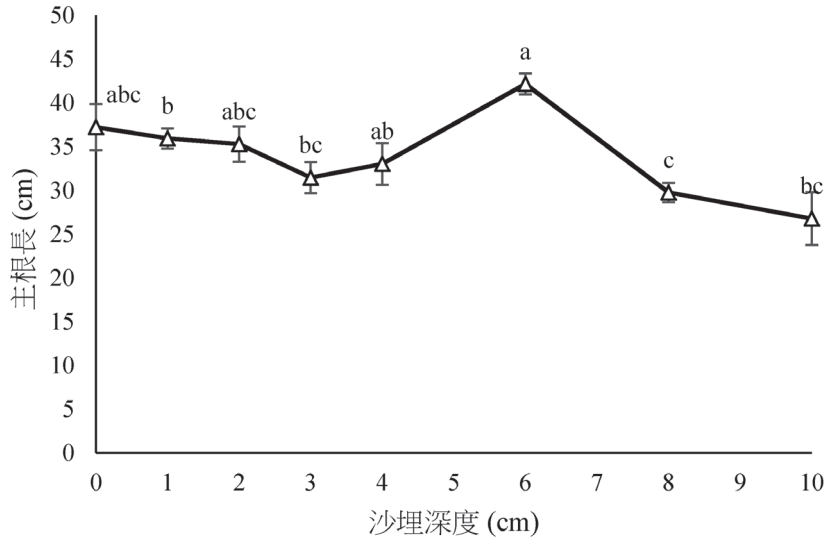

圖 5 濱刀豆主根長隨沙埋深度之變化。

Fig. 5 Changes of tap root length with respect to sand burial depth for *Canavalia rosea*.

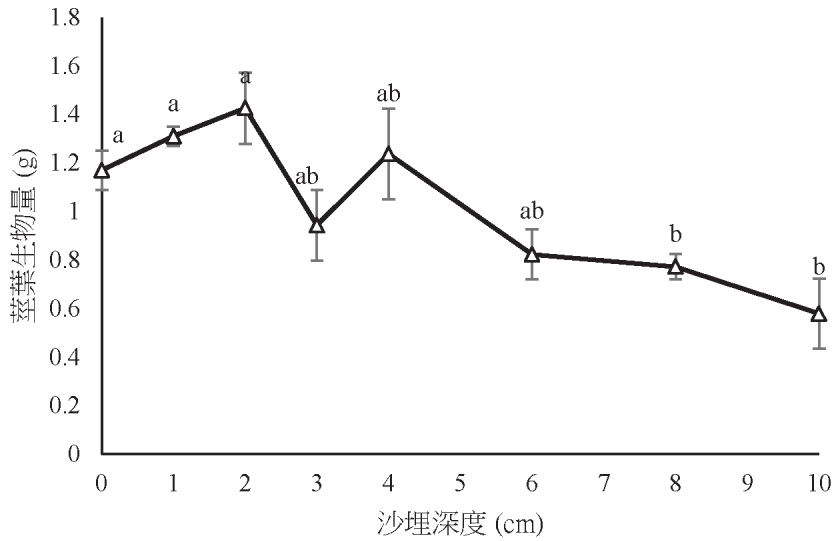

圖6 不同沙埋深度下濱刀豆幼苗莖葉生物量之變化。

Fig. 6 Changes of stem leaf biomass under different sand burial depths for *Canavalia rosea*.

幼苗之總生物量隨沙埋深度之增加而呈降低之趨勢(圖8)。李文婷等(2010)指出，適量之沙埋可以促進幼苗生長，但過量之沙埋則會抑制幼苗生長，有時更可能導致死亡。許多研究結果也證實，輕度之沙埋可增加高度、莖生物量、葉生物量及總生物量等性狀(薛海霞等，2016；Zhang *et al*., 1990)，但某些耐深層沙埋的植物，在沙埋較嚴重時植物的生長資源分配明顯更多分配給根系生長與發育，這可以使幼苗獲得更深處的水和養分資源，從而促使之後的枝條生長更加優良(Müller *et al*. , 2019；Zhao *et al*. , 2007)。Müller et al. (2019)亦指出，南非豆科植物*Calobota sericea*之幼苗

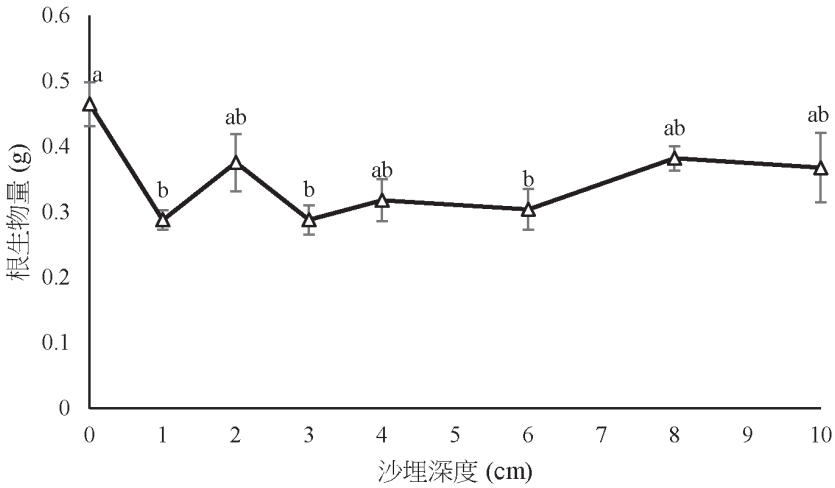

圖7 不同沙埋深度下濱刀豆幼苗根生物量之變化。
Fig. 7 Changes of root biomass under different sand burial depths for *Canavalia rosea.*

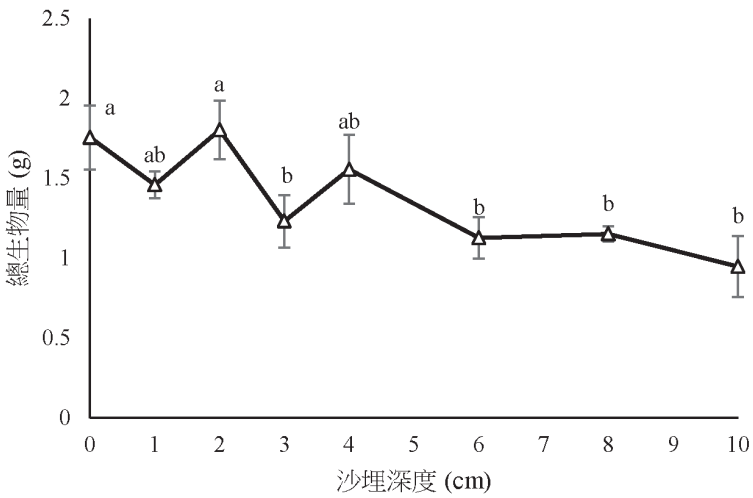

圖8 不同沙埋深度下濱刀豆幼苗總生物量之變化。
Fig. 8 Changes of total biomass under different sand burial depths for *Canavalia rosea*.

生物量隨沙埋深度之增加而增加。然而，本研究結果顯示，沙埋深度增加後濱刀豆幼苗之生物量沒有增加，可能係因濱刀豆幼苗受到沙埋影響而抑制養分吸收及光合作用，導致生物量下降。此一問題仍有待未來深入研究。

本研究觀察發現試驗之所有濱刀豆植株均長有許多固氮根瘤(圖9)。然本研究並未調查不同沙埋深度固氮根瘤數量之差異，未來可進一步研究探討。氮爲植物生長的重要三種主要營養素之一。豆科植物與固氮菌共生，能將大氣中的氮氣轉化成植物可使用的氮素(Friesen, 2012; Janczarek *et al*., 2015)，進而促進植物的株高與生物量生長(劉瑞美和楊秋忠，2002；Rodriguez-Echeverria *et al*., 2003)。因此，濱刀豆具有在貧瘠的海岸沙丘及河岸沙地之優勢生長潛力，有利於防風定沙之植被拓殖。

圖9 濱刀豆之固氮根瘤。

Fig. 9 Nitrogen-fixing root nodules of *Canavalia rosea*.

IV、結論

本研究結果顯示，比較出苗率與出苗時間，濱刀豆種子之最適沙埋深度爲1及2 cm，而曝露於沙土表面0 cm及深層10 cm之沙埋均顯著抑制濱刀豆之出苗時間及出苗率。沙埋深度2至6 cm濱刀豆幼苗之苗高、莖葉生物量、根生物量及總生物量隨沙埋深度之增加而降低。綜合以上研究結果，濱刀豆爲臺灣本土沙生植物，具有耐淺層沙埋之能力，而且能與固氮細菌共生形成固氮根瘤，固定空氣中之氮氣供應生長所需之養分，很適合選擇作爲海岸沙丘及河岸防風定沙工程之植生材料。

引用文獻

朱雅娟、董鳴、黃振英 (2005) 沙埋和種子大小對固沙禾草沙鞭的種子萌發與幼苗出土的影響。植物生態學報 29(5): 730-739。

李文婷、張超、王飛、鄭明清、鄭元潤、張峰 (2010) 沙埋與供水對毛烏素沙地兩種重要沙生植物幼苗生長的影響。生態學報5:1192-1199。

范基南 (1993) 坡地水土保持應用植物習性與適應性之研究。中華民國雜草學會會刊 14(1): 21-38。

劉瑞美、楊秋忠 (2002) 接種溶磷根瘤菌對作物生長與養分吸收之影響。土壤與環境 5(2): 153-164。

薛海霞、李清河、徐軍、張俊菲 (2016) 沙埋對唐古特白刺幼苗生長和生物量分配的影響。草業科學10: 2062-2070。

蘇延桂、李新榮、賈榮亮、馮麗 (2007) 沙

埋對六種沙生植物種子萌發和幼苗生長的影響。中國沙漠 27(6): 968-971。

Friesen, M. L. (2012) Widespread fitness alignment in the legume-rhizobium symbiosis. New Phytologist 194(4): 1096-1111.

Huang, T. C., H. Ohashi (1993) *Canavalia rosea* (Sw.) DC. In Editorial Committee of Flora of Taiwan, eds. Flora of Taiwan 2nd Ed. V. 3., Taipei, Taiwan. pp. 210-211.

Janczarek, M., K. Rachwa1, A. Marzec, J. Grzadziel, M. Palusinska-Szysz (2015) Signal molecules and cell-surface components involved in early stages of the legume-rhizobium interactions. Applied Soil Ecology 85:94-113.

Li, T., J. Sun, H. Yang, J. Liu, J. Xia, P. Shao (2020) Effects of shell sand burial on seedling emergence, growth and stoichiometry of *Periploca sepium* Bunge. BMC Plant Biology 20:112-123.

Liu, H. L., X. Shi, J. C. Wang, L. K. Yin, Z. Y. Huang, D. Y. Zhang (2011) Effects of sand burial, soil water content and distribution pattern of seeds in sand on seed germination and seedling survival of *Eremosparton songoricum* (Fabaceae), a rare species inhabiting the moving sand dunes of the Gurbantunggut Desert of China. Plant and Soil 345:69-87.

Long, Y., D. Y. Tan, C. C. Baskin, J. M. Baskin (2012) Seed dormancy and germination characteristics of *Astragalus arpilobus* (Fabaceae, subfamily Papilionoidea), a central Asian desert annual ephemeral. South African Journal of Botany 83: 68-77.

Martinez, M. L., P. Moreno-Casasola (1996) Effects of burial by sand on seedling growth and survival in six tropical sand dune species from the Gulf of Mexico. Journal of Coastal Research 12(2): 406-419.

Müller, F. L., L. M. Raitt, L. F. Cyster, C. F. Cupido, M. I. Samuels, S. B. M. Chimphango, J. S. Boatwright (2019) The effects of temperature, water availability and seed burial depth on seed germination and seedling establishment of *Calobota sericea* (Fabaceae). South African Journal of Botany 121: 224-229.

Rodriguez-Echeverria S., M.A. Pérez-Fernández, S. Vlaar, T. Finnan (2003) Analysis of the legume-rhizobia symbiosis in shrubs from central western Spain. Journal of Applied Microbiology 95(6): 1367-1374.

Wang, G., K. Yu, Q. Gou (2019) Effects of sand burial disturbance on establishment of three desert shrub species in the margin of oasis in northwestern China. Ecological Research 34(1): 127-135.

Zhang, J., M. A. Maun (1990) Effects of sand burial on seed germination, seedling emergence, survival, and growth of *Agropyron psammophilum*. Canadian Journal of Botany 68(2): 304-310.

Zhao, W. Z., Q. Y. Li, H. Y. Fang (2007) Effects of sand burial disturbance on seedling growth of *Nitraria sphaerocarpa.* Plant and Soil 295: 95-102.

Zheng, Y., Z. Xie, Y. Yu, L. Jiang, H. Shimizu, G. M. Rimmington (2005) Effects of burial in sand and water supply regime on seedling emergence of six species. Annals of Botany 95(7): 1237-1245.