

外來種蚯蚓黃頸透鈣蚓 (*Pontoscolex corethrurus*) 在台灣北部的分佈並依此推估其對原有蚯蚓族群及 土壤環境可能造成之衝擊

陳毅翰¹、張智涵²、莊淑君²、林佑勳¹、陳俊宏^{1,2*}

¹ 國立台灣大學生命科學系

² 國立台灣大學動物學研究所

【摘要】 本研究主要瞭解黃頸透鈣蚓在台灣北部的分佈及可能造成之衝擊，從 2000 到 2003 年的調查結果顯示，黃頸透鈣蚓 (*Pontoscolex corethrurus*) 在台灣北部地區海拔 900 m 為目前的分佈上限，廣泛分佈於平地至 400 m 以下山區及丘陵地，在部分地區已經是優勢種，甚至在 8% 的採樣點中，此種是唯一的種類。由於黃頸透鈣蚓生存的地區，其族群密度往往高於其他蚯蚓種類的總和，加上具有極高的生殖能力，因此推估此種的競爭力高於本土種，可能經由排擠效應，造成其他蚯蚓的生存壓力。再者，在此蚯蚓大量生存的地區，往往植被覆蓋不良，且牠們排出的糞土會造成表土硬化，因此，此種蚯蚓對土壤環境的影響必須加以重視。此外，根據文獻回顧及此次野外調查，推測其入侵台灣的時間約五十年左右，然目前已廣泛分佈全台，因此值得進一步研究其遷移能力與擴散速度，以作為控制外來種蚯蚓的依據。

【關鍵詞】 蚯蚓、黃頸透鈣蚓、外來種、台灣北部

前言

黃頸透鈣蚓 (*Pontoscolex corethrurus*) 原產於熱帶美洲及西印度群島等地，經過人為的散播，加上本種具有繁殖力強及適應力佳等特性，能抵抗惡劣環境，目前已經是廣泛分佈於全世界的種類 (Gates, 1972; Edwards and Bohlen, 1996)。Gates (1972) 推測本種到達亞洲的時間約在西元 1500 年以後，目前在馬來西亞及緬甸都已成為優勢的蚯蚓種類。*Pontoscolex corethrurus* 在 2000 年首度發表為入侵臺灣的外來種蚯蚓 (Tsai et al., 2000)，在此之前的相關文獻均沒有此外來種的紀錄 (Shih et al., 1999)，黃頸透鈣蚓在台灣的中譯名原稱為黃頸蝮蚓或南美鞍帶蚓，但因其環帶為橘黃色及特殊的鈣腺構造而改稱為黃頸透鈣蚓。黃頸透鈣蚓在臺灣中部已經是優勢種蚯蚓之一，舉凡有人為活動的地區，包含果園和農地中，都很容易找到 (Tsai et al., 2000)。而國立臺灣大學校本部的校園在 1964 年並沒有發現黃頸透鈣蚓 (Tsai, 1964)，然而在 2001 年的調查中卻發現數量多且分佈廣，已是優勢物種 (Chang et al., 2001)。

* 通訊作者，106 台北市大安區羅斯福路四段一號，電話：(02) 33662502，傳真：(02) 23658912，
E-mail：chenjh@ntu.edu.tw



蚯蚓對環境的衝擊大致可分為蚯蚓種間的競爭 (Hendrix and Bohlen, 2002), 對植物生長的傷害 (Edwards and Bohlen, 1996), 影響食物鏈及對土壤物理、化學或微生物性質的影響 (Hallaire et al., 2000; Barros et al., 2001; Liu and Zou, 2002) 等。黃頸透鈣蚓在入侵台灣後, 會對環境產生何種的衝擊, 是我們需面對的嚴肅課題。

因此本研究團隊從 2000 到 2003 年, 針對北台灣六縣市, 包括台北縣市、宜蘭縣、桃園縣、新竹縣及苗栗縣做蚯蚓調查, 以瞭解台灣北部地區原有種類及黃頸透鈣蚓的數量及分佈, 並在台灣大學校園中計算原有種類及黃頸透鈣蚓的族群密度, 依據這些調查結果發現, 黃頸透鈣蚓在台灣北部已相當普遍 (莊等, 2002)。我們希望以牠們的分佈狀況為依據, 來推估牠們對原有蚯蚓族群及土壤環境可能產生的衝擊。

材料與方法

蚯蚓採集與保存

西元 2000 年 1 月至 2003 年 12 月間, 在平地、山區道路及少數山區步行進入, 採集臺灣北部地區 (宜蘭縣、台北縣市、桃園縣、新竹縣和苗栗縣) 的蚯蚓。蚯蚓的採集方法主要以挖掘法為主, 除挖掘各地表土外, 並挖掘水溝積土, 尋找被大雨沖出的蚯蚓種類。採得的標本先以 10% 酒精麻醉, 再以 10% 福馬林固定 24~48 小時、最後放置於 70% 的酒精中永久保存。

蚯蚓的鑑定

蚯蚓的分類鑑定, 主要是利用解剖顯微鏡觀察蚯蚓外部型態及內部構造特徵。黃頸透鈣蚓屬於環節動物門 (Annelida)、環帶綱 (Clitellata)、寡毛亞綱 (Oligochaeta)、Glossoscolecidae 科。體長約 92 - 128 mm, 環帶寬約 3.54 - 4.34 mm, 體節數約為 167 - 220 節, 環帶位於 14 或 15-21 或 22 (Gates, 1972)。體表前端粉紅色, 環帶後為粉白色半透明, 環帶膨大呈馬鞍狀, 呈橘色或黃色。本種之行為特徵為行動緩慢, 爬行時常會伸出細長的口前葉, 被捕捉時會在體表分泌出大量蛋白狀透明的黏液; 在不適生存的乾旱時期, 本種會將身體纏繞成球狀, 靜止不動進入休眠以度過乾旱。

族群密度估算

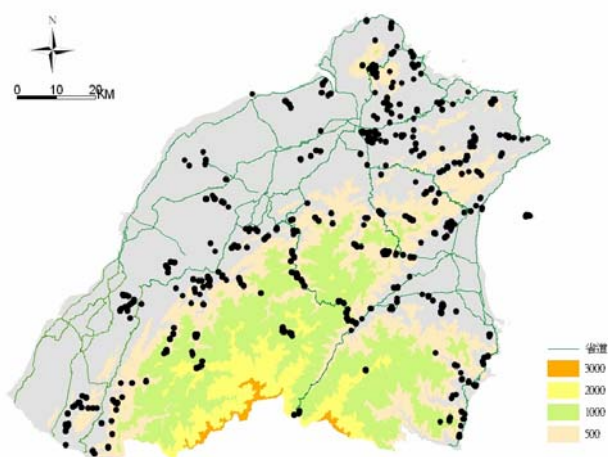
蚯蚓大多活動於地表 10 cm 處, 黃頸透鈣蚓亦然, 因此, 蚯蚓族群密度是以長 50 cm、寬 50 cm 及深 10 cm 的範圍, 將土挖開後仔細檢查, 計算黃頸透鈣蚓與其他種類蚯蚓的個體數及卵繭, 除以 0.25 後即可求得每平方公尺的蚯蚓個體及卵繭數。

結果

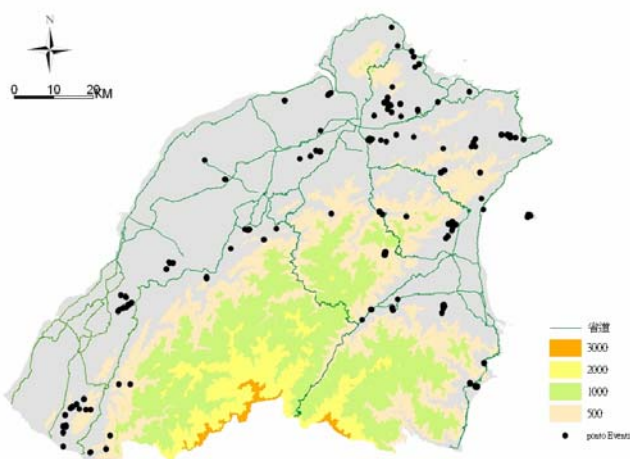
採集樣點分佈

在 2000 年初至 2003 年底, 四年間在北部地區六縣市 (宜蘭縣、台北縣市、桃園縣、新竹縣及苗栗縣) 共挖掘 1607 個採集點 (圖一), 發現 2 科 5 屬 30 種的已知種蚯蚓, 其中黃頸透鈣蚓與其他種類蚯蚓混合出現的採集點共有 323 個, 而僅發現本種的採集點有 128 個 (圖二), 共 28.1% 的採集樣點可發現黃頸透鈣蚓, 而僅有黃頸透鈣蚓的採集點達 8.0%。依據整個調查結果發現, 黃頸透鈣蚓在台灣北部六縣市的分佈, 略低於皮質遠環蚓 (*Amyntas cortices*)(32.1%) 與纖細遠環蚓 (*A. gracilis*)(30.8%), 為本次調查第三高的種類。各縣市的採集樣點中採集到黃頸透鈣蚓的比例, 以宜蘭縣最高, 達 37.36% (表一)。





圖一、台灣北部地區生物資源調查及研究蚯蚓採集點分佈。



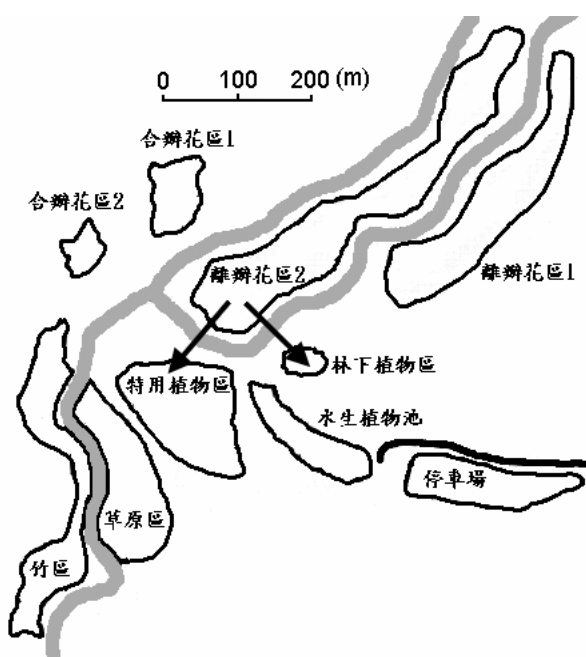
圖二、台灣北部黃頸透鈣蚓採集樣點的分佈。

福山植物園在 1993 年尚未發現黃頸透鈣蚓，2000 年在離辦花區 2 採得一隻個體，而在 2002 年從福山植物園中的離辦花區 2、林下植物區及特用植物區等三個不同地區都採集到黃頸透鈣蚓（圖三）。

表一、黃頸透鈣蚓在北部六縣市分佈表

| 地點 | 單獨出現樣點 (%) [*] | 混合出現樣點 (%) [*] | 所有採集樣點數量 (N) |
|------|-------------------------|-------------------------|--------------|
| 台北縣市 | 11.22 | 19.93 | 597 |
| 宜蘭縣 | 10.07 | 27.29 | 447 |
| 桃竹苗 | 2.84 | 14.56 | 563 |
| 總和 | 7.97 | 20.10 | 1607 |

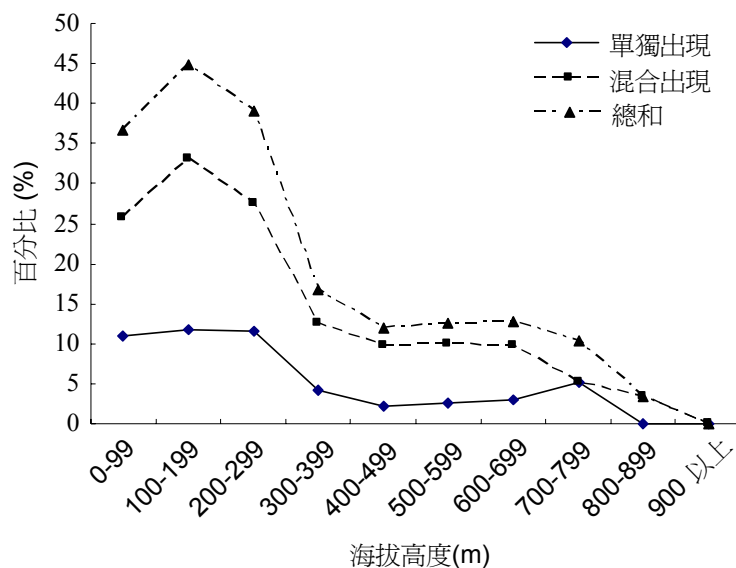
^{*}百分比 (%) 是以該縣市的採集樣點數為 100%。僅有黃頸透鈣蚓的採集點約佔所有採集點的 8%，而約有 30% 的採集點有黃頸透鈣蚓。



圖三、福山植物園區黃頸透鈣蚓擴散推測圖。各區域的名稱如圖上所示，灰色的區域為溪流，停車場旁的黑色粗線為車道。箭頭表可能擴散之方向。

海拔高度分佈

本次臺灣北部地區蚯蚓調查採集樣點的海拔高度由標高 0 m 的平地至標高 2,090 m 的高山，其中發現外來種黃頸透鈣蚓的 451 個採集點均分佈於 900 m 以下的平原及丘陵地（圖二），百分之九十的採集點分佈在海拔 400 m 以下的地區，採得本外來種最高海拔的採集點為海拔 859 m，900 m 以上的海拔尚未發現此種的蹤跡（圖四）。



圖四、黃頸透鈣蚓在不同海拔高度的分佈比例。從圖中可看出不論是單獨出現(▼)或混合出現(▲)黃頸透鈣蚓的比例，都隨著海拔高度增加而降低，以海拔 400 m 內的的比例較高，超過 900 m 就沒有黃頸透鈣蚓。



圖五、黃頸透鈣蚓族群密度高的地方的特徵，往往植被覆蓋不良，地表出現大量腸狀糞土，如圖中圓圈所示。

族群密度

容易觀察到黃頸透鈣蚓的地區，常常植被覆蓋不良且表土層相當緻密（圖五）。黃頸透鈣蚓在這些地區的族群密度相當高（圖六），以台大校園的傳園及文學院大樓後方草地為例，蚯蚓個體不論成熟與否加上卵繭數，每平方公尺將近 100 隻，相對而言，其他本土種蚯蚓的族群總密度，加起來還遠低於黃頸透鈣蚓（表二）。



圖六、黃頸透鈣蚓的族群密度很高，圖內的蚯蚓是在 50 cm × 50 cm 的區域內，由土表向下挖 10 cm 所挖掘出的黃頸透鈣蚓。

討論

依本次調查結果發現，黃頸透鈣蚓的分佈是第三高的物種，近 3 成的採集樣點都有它們的分佈，而且此種的採集點分佈於臺灣北部地區的平原至 900 m 以下的丘陵地，在遭受人為干擾的環境，如農田、果園等人為開墾農地更是易見，因此可判定本種已經是臺灣北部低海拔地區優勢種蚯蚓，此結果與中台灣的研究相似（Tsai et al., 2000）。再者，從黃頸透鈣蚓在台灣北部的海拔分布，發現此外來種的分佈和海拔有明顯關係，本種的採集數量在低海拔相對較高，在高海拔與其他本土種蚯蚓比較起來，在相對數量上則明顯變少，此結果也與台灣中部調查相似（Tsai et al., 2004）。

黃頸透鈣蚓何時入侵台灣的確切時間不明，不過由於台大校園在 1964 年並無發現黃頸透鈣蚓，再者，根據龜山島的蚯蚓調查結果發現，此種蚯蚓已廣泛分佈在龜山島龜尾湖及登山步道（陳等，2003），由於龜山島居民在 1977 年已全部遷回台灣本島，原有農業行為全部停止，因此，黃頸透鈣蚓應早在 1977 年前就已經被引入龜山島。依上述結果推測，黃頸透鈣蚓入侵台灣的時間可能不到 50 年，至於其從入侵到成為優勢種所耗費的時間尚待實驗結果來估計。1993 年台北縣福山植物園進行首次的蚯蚓相調查中，並沒有發

表二、台大校園內黃頸透鈣蚓的密度*

| 採樣點 | 黃頸透鈣蚓 | | 其他蚯蚓 | | |
|-----|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---|
| | 個體(隻/m ²) | 卵繭(個/m ²) | 個體(隻/m ²) | 卵繭(個/m ²) | |
| 傳園 | I | 44 | 40 | 8 | 0 |
| | II | 44 | 80 | 4 | 0 |
| | III | 28 | 44 | 0 | 0 |
| | 平均 | 38.67 | 54.67 | 4.0 | 0 |
| 文學院 | I | 108 | 20 | 0 | 0 |
| | II | 28 | 4 | 8 | 0 |
| | III | 60 | 0 | 4 | 0 |
| | IV | 84 | 8 | 28 | 0 |
| | V | 120 | 0 | 0 | 0 |
| | 平均 | 80.0 | 6.4 | 8.0 | 0 |

* 蚯蚓挖掘體積的長、寬、深為 50 X 50 X 10 cm。

現任何黃頸透鈣蚓的蹤跡 (陳和施, 1996); 在 2000 年調查中, 首次在離辦花區採集到一隻黃頸透鈣蚓個體 (陳等, 2002); 在此次調查 (2002 年) 中, 又分別在離辦花區、林下植物區及特用植物區等三個不同的區域發現黃頸透鈣蚓。由於福山植物園的特殊研究環境, 或許可成爲長期追蹤觀察黃頸透鈣蚓擴散遷移及族群繁殖的實驗場所。

臺灣大學校本部的校園在 1964 年並沒有發現黃頸透鈣蚓 (Tsai, 1964), 然而在 2001 年的調查中卻發現 (Chang et al., 2001), 黃頸透鈣蚓在校園的數量多且分佈廣, 已是優勢物種, 從族群密度可以看出, 台大黃頸透鈣蚓的族群量明顯大於其他種類蚯蚓的總和, 較開闊的土地中幾乎只能發現此種, 而本土種蚯蚓幾乎都只能在花圃邊緣及牆角才能找到, 而不同採集點的蚯蚓數量有極大的差異, 推測與土壤濕度有密切的關係, 該蚯蚓在乾燥環境中會往土壤深處 (超過 30 公分) 移動, 因此濕度愈低則地表蚯蚓的數量就愈少。類似的分佈狀況亦出現在基隆河畔的河濱公園, 顯示該蚯蚓已經嚴重影響台灣原生種蚯蚓的活動空間。再者, 依此次調查結果顯示, 有 8% 的採集點僅發現黃頸透鈣蚓, 雖然該地原先是否有蚯蚓已無法得知, 因此無法斷定是否有排他性。但依據台大校園及河濱公園的觀察結果, 再考慮該蚯蚓的高繁殖力 (吳等, 2000), 認爲此種蚯蚓對其它種類的蚯蚓具有較強的競爭力, 應是個極合理的推論。

黃頸透鈣蚓數量很高的土壤中, 會使土壤的透水性及保水性變差且土壤變硬 (Chauvel et al., 1999; Hallaire et al., 2000; Barros et al., 2001)。甚至在土壤表層形成不透水層, 因而嚴重影響植物的生長及土壤生物的生態 (Chauvel et al., 1999)。在台大校園及河濱公園有黃頸透鈣蚓的地方常植被覆蓋不良, 不論是上述土壤變硬的原因造成植物生長不佳, 或是因爲黃頸透鈣蚓的族群密度太高 (Liu and Zou, 2002), 嚴重影響植物幼苗發育, 都值得我們密切注意此種蚯蚓對環境的深遠影響。另一方面土壤性質改變後是否會造成台灣其他種蚯蚓活動範圍縮小, 甚至族群密度降低也值得密切注意。



蚯蚓的播遷主要是人爲因素 (Edwards and Bohlen, 1996), 黃頸透鈣蚓現今全台分佈, 雖無直接證據證實此播遷是人爲因素造成, 但台灣過去, 由於積極的農業開發, 大量植物帶根帶土被引進各地是不爭的事實, 因此黃頸透鈣蚓極可能也跟著播遷到全台各處。由此次調查結果顯示, 黃頸透鈣蚓在台灣的分佈受到海拔的影響, 雖然分佈最高已達 850 m, 但仍以 400 m 以下爲主。造成黃頸透鈣蚓分佈受海拔影響的因素仍不清楚, 若能持續研究其遷移能力與擴散速度, 或許可找到阻止此外來種持續擴散的方法, 進而有效控制黃頸透鈣蚓的生存。雖然目前本種在台灣並無直接危害的文章或論文發表, 但國外已有許多研究顯示, 本種確實會對土壤造成影響 (Hallaire et al., 2000; Barros et al., 2001; Liu and Zou, 2002), 部分研究更顯示其對農業是有危害的。因此, 我們不可以再繼續忽視黃頸透鈣蚓入侵的情形, 應持續注意黃頸透鈣蚓對台灣土壤生態可能造成的影響及危害, 以及對於台灣農業會有什麼影響。這些都將是控制外來種蚯蚓的重要資訊。

謝辭

本計畫承行政院農委會「臺灣北部地區生物資源調查及研究」計畫經費贊助 (2001~2003 年), 雪霸國家公園、林務局及福山植物園協助調查, 池文傑、吳采諭、吳佳倖、吳玉威、張智豪、朱之文、楊凱雯、賴亦德、賴錦盆、賴唯珊、陳瑞谷、陳加林、陳義勳、李維民、李佩芝及黃嘉儀協助野外採集, 特此致謝。

參考文獻

- 吳佳倖、莊淑君、宋紫玲、陳俊宏 2000 蚯蚓卵繭的孵化, 「動物行爲暨生態研討會」論文摘要, p. 8, 慈濟醫學院。花蓮。
- 莊淑君、吳佳倖、張智豪、張智涵、楊凱雯、賴唯珊、吳玉威、陳俊宏 2002 北台灣地區蚯蚓種類與分佈。生物科學 45(1): 66-75。
- 陳俊宏、施習得 1996 福山植物園蚯蚓種類之分佈調查研究。生物科學 39(1): 52-59。
- 陳俊宏、吳佳倖、莊淑君 2002 福山植物園區蚯蚓種類的變遷。生物科學 45(1): 76-82。
- 陳毅翰、張智涵、陳俊宏 2003 宜蘭縣蚯蚓種類與分佈。生物科學 46(1): 56-65。
- Barros, E., Curmi, P., Hallaire, V., Chauvel, A. and Lavelle, P. 2001. The role of macrofauna in the transformation and reversibility of soil structure of an oxisol in the process of forest to pasture conversion. *Geoderma* 100: 193-213.
- Chang, C. H., Yang, K. W., Wu, J. H., Chuang, S. C. and Chen, J. H. 2001. The earthworms in the main campus of National Taiwan University. *Acta Zool. Taiw.* 12(2): 75-81.
- Chauvel, A., Grimaldi, M., Barros, E., Blanchart, E., Sarrazin, M. and Lavelle, P. 1999. Pasture damage by an Amazonian earthworm. *Nature* 398: 32-33
- Edwards, C. A. and Bohlen, P. J. 1996. Earthworms as pests and benefactors. In "Biology and Ecology of Earthworms". 3rd edition, Chap 11, Chapman and Hall, London. pp. 218-230.
- Gates, G. E. 1972. Burmese earthworms: An introduction to the systematics and biology of megadrile oligochaetes with special reference to Southeast Asia. *Trans. Am. Phil. Soc.* (new series) 62(7): 1-326.
- Hallaire, V., Curmi, P., Duboisset, A., Lavelle, P. and Pashanasi, B. 2000. Soil structure changes induced by the tropical earthworm *Pontoscolex corethrurus* and organic inputs in a Peruvian ultisol. *Eur. J. Soil Biol.* 36: 35-44.
- Hendrix, P. F. and Bohlen, P. J. 2002. Exotic earthworm invasions in North America:



- Ecological and policy implications. *Bioscience* 52: 801-811.
- Liu, Z. G and Zou, X. M. 2002. Exotic earthworms accelerate plant litter decomposition in a pureto Rican pasture and a wet forest. *Ecol. Appl.* 12(5): 1406-1417.
- Shih, H. T., Chang, H. W. and Chen, J. H. 1999. A review of the earthworms (Annelida: Oligochaeta) from Taiwan. *Zool. Stud.* 38(4): 435-442.
- Tsai, C. F. 1964. On some earthworms belonging to the genus *Pheretima* Kinberg collected from Taipei area in north Taiwan. *Q. J. Taiw. Mus.* 17: 1-35.
- Tsai, C. F., Shen, H. P. and Tsai, S. C. 2000. Occurrence of exotic earthworm *Pontoscolex corethrurus* (muller) (Glossoscolecidae: Oligochaeta) in Taiwan. *Endemic Species Res.* 2: 68-73.
- Tsai, C. F., Shen, H. P. and Tsai, S. C. 2004. Endemicity and altitudinal stratification in distribution of megascolecid earthworms in the centro-western Taiwan. *Endemic Species Res.* 6: 1-18.



The Distribution of the Exotic Earthworm *Pontoscolex corethrurus* in Northern Taiwan and its Potential Impacts on Soil and Native Earthworm Populations

I-Han Chen¹, Chih-Han Chang², Shu-Chun Chuang², Yu-Hsung Lin¹ and Jiun-Hong Chen^{1, 2*}

¹Department of Life Science, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

²Institute of Zoology, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, R.O.C.

Abstract

The purpose of this study is to understand the distribution of the exotic earthworm *Pontoscolex corethrurus* in northern Taiwan and its potential impacts on soil and native earthworm populations. The exotic earthworm *Pontoscolex corethrurus* has widely disturbed in the plains and mountains with elevation less than 400 m in Northern Taiwan. Their highest limitation is about 900 m. It is the dominant species of earthworms. Besides, *P. corethrurus* is the only earthworm species in 8 % sampling spot. Due to their high population density and high reproductive capacity, it is reasonable to infer that *P. corethrurus* can easily compete with native species. They might threaten other earthworm species by squeezing their survival space. In addition, *P. corethrurus* has been reported that its cast can harden the surface of soil. And our observation found that it is hard to grow any weed in the area with high population of *P. corethrurus*. Therefore, it cannot be ignored the influence of this species to the soil environment. On the other hand, based on the known information and our investigation, we estimated that *P. corethrurus* was introduced into Taiwan in less than 50 years. However, they have widely spread all over Taiwan. It is necessary to realize their great migration ability, which will be important information to control exotic earthworms in the future.

Key words: Earthworm, *Pontoscolex corethrurus*, Exotic species, Northern Taiwan

*Corresponding author, E-mail: chenjh@ntu.edu.tw

