

斷層掃描(Computer Tomography, CT)結合3D影像重建軟體技術比較台灣島田鼠(*Mus caroli*)族群之差異性

黃勁翰、賴伯琦

E-mail: 345144@mail.dyu.edu.tw

摘要

生物的形態，是生物在演化過程中所有變異表現之最終適應形式，其包含許多演化的線索與資訊。傳統上，研究型態變異的方法經常使用方便的游標卡尺測量標本，由於游標卡尺測量微小物品時誤差大，容易對於分析上產生誤判或是不小心破壞標本，而新的測量工具，斷層掃描儀(Computer Tomography, CT)具有更細微的測量值應具有更精準的分析能力與避免破壞標本等優點，因此，本研究針對台灣島上普遍物種田鼠(*Mus caroli*)族群，使用「游標卡尺」與「運用CT搭配3D影像重建軟體進行影像重建」兩種工具進行形態分析，包括主成分分析、判別分析、差異係數分析(PCA、DA、CD)差異性。本研究結果發現，「運用斷層掃描儀搭配3D影像重建軟體進行影像重建」的方法的確因為解析度的增加而提供形態分析更具有演化意涵的結果。從形態的差異分析可以推測台灣島上田鼠(*Mus caroli*)族群是經歷幾次冰河時期，由大陸地區擴散至台灣中部後，分別往北與南還有東部三方向擴散，而南部族群在間冰期的海進過程中，因為隔離效應而與其他地區的族群有較明顯的分化現象，且可能因為生態環境的區域性適應現象，使得各區域族群間也出現可察覺的差異性。

關鍵詞：田鼠

目錄

封面內頁 簽名頁 中文摘要.....	iii
英文摘要.....	iv
謝錄.....	v
目錄.....	vi
表目.....	ix
1. 前言 1.1 田鼠 (<i>Mus caroli</i>) 的介紹與地理分佈.....	1
1.2 田鼠 (<i>Mus caroli</i>) 相關研究回顧.....	2
1.3 台灣島內地質變化對族群分化與物種演化的影響.....	4
1.4 族群分化與生物演化的研究趨勢 - 形態測量與分子分析.....	5
1.5 研究目的.....	8
2. 研究材料與方法 2.1 樣本資料的收集.....	10
2.2 形質測量方式與測量位置.....	10
2.3 統計分析方法與使用軟體設定.....	12
2.3.1 主成分分析 (Principle component analysis, PCA)	12
2.3.2 判別分析 (Discriminant Analysis, DA)	13
2.3.3 差異係數分析 (Coefficient of Difference, CD)	13
2.4 使用測量之工具.....	14
2.4.1 游標卡尺 (Slide Caliper).....	14
2.4.2 斷層掃描儀 (Computer Tomography, CT)	14
2.4.3 三維影像分析軟體 (Avizo 6.0 & MIIL 2.5).....	15
3. 結果 3.1 多變量分析 (游標卡尺部分).....	16
3.1.1 主成分分析結果 (Principle Component Analysis, PCA).....	16
3.1.2 判別分析結果 (Discriminant Analysis, DA)	17
3.1.3 差異係數分析結果 (Coefficient of Difference, CD)	17
3.2 多變量分析 (斷層掃描 CT 部分).....	18
3.2.1 主成分分析結果 (Principle Component Analysis, PCA).....	18
3.2.2 判別分析結果 (Discriminant Analysis DA)	19
3.2.3 差異係數分析結果 (Coefficient of Difference, CD)	19
3.3 掃描結果與工作狀況.....	20
4. 討論 4.1 統計分析結果代表意涵.....	21
4.1.1 主成分分析(PCA)結果.....	21
4.1.2 判別分析(DA)結果.....	22
4.1.3 差異係數分析(CD)結果.....	22
4.2 台灣島上田鼠差異現況以及新舊工具的實用性.....	23
4.3 台灣島上田鼠族群分化現象原因及族群播遷歷史的推測.....	24
4.4 形態學及分子生物學之問題方向與使用.....	26
5. 結論.....	28
參考文獻.....	52
附錄.....	58
ix 圖目錄 圖1. 整體方法與步驟.....	29
圖2. 田鼠 (<i>Mus caroli</i>) 頭骨變量位置.....	30
圖3. 研究使用之斷層掃描儀.....	31
圖4. 不同解析度下的影像分析.....	32
圖5. 游標卡尺主成分分析 (PCA) 結果.....	33
圖6. 游標卡尺判別分析 (DA) 的結	

果.....	34	圖7. CT 之主成分分析 (PCA) 結果.....	35	圖8. CT 之判別分析 (DA) 的結果.....	36
圖9. 使用 Avizo 6.0 測量工作圖.....	36	圖10. MIIL 2.5 下18 μm 掃描重建完畢圖.....	38	圖11. 台灣島上田鼠 (Mus caroli) 播遷推論圖.....	39
表1. 游標卡尺測量田鼠 (Mus Caroli) 的20 個頭骨變量之主成分分析 (PCA).....	40	表2. 游標卡尺判別分析在資料中的得分.....	41	表3. 差異係數分析 (CD) 來比較各地區族群的差異.....	42
表4. CT 測量田鼠 (Mus Caroli) 的20 個頭骨變量之主成分分析 (PCA).....	43	表5. CT 判別分析在資料中的得分.....	44	表6. 差異係數分析 (CD) 結果.....	45
表7. 游標卡尺測量東西南北各族群不同變量之平均數、標準差、範圍以及樣本數.....	46	表8. CT 測量東西南北各族群不同變量之平均數、標準差、範圍以及樣本數.....	49		

參考文獻

- 一，中文部分
1. 王政光。2006。簡明分子生物學。九州出版。
 2. 朱惠菁。2001。花蓮地區月鼠與赤背條鼠之棲地利用研究。國立東華大學碩士論文。
 3. 周志文。1996。台灣地區小家鼠族群生物學研究。國立台灣大學動物研究所碩士論文。
 4. 林宜靜。1992。太魯閣地區月鼠之族群生態學研究。國立台灣大學碩士論文。
 5. 林宛青。2003。花蓮地區月鼠 (*Mus caroli*) 與赤背條鼠 (*Apodemus agrarius*) 是叢枝菌根菌傳播者的可能性探討。國立東華大學碩士論文。
 6. 林傑斌。2006。生物統計學。威士曼文化出版。
 7. 林震岩。2007。多變量分析:SPSS 的操作與應用。智勝文化事業股份有限公司。
 8. 洪麗慧。2001。花蓮地區兩共域鼠種 - 赤背條鼠與月鼠之食性研究。國立東華大學碩士論文。
 9. 張天佑。2008。台灣區內白額樹蛙複合種族群遺傳結構與分類地位之探討。國立台灣師範大學生命科學系碩士論文。
 10. 張訓誠。2002。以粒線體核糖核酸序列與頭骨形態分析長鬃山羊屬 (偶蹄目: 牛科) 之親緣關係與生物地理。國立中山大學生物科學系碩士論文。
 11. 張慶年鴻。2007。台灣兩種赤蛙的親緣地理結構比較。國立中興大學生命科學系博士論文。
 12. 陳盈蓉。2010。褐樹蛙的親緣地理學研究。國立台灣師範大學生命科學系碩士論文。
 13. 陳兼善。1984。台灣脊椎動物誌 (下冊)。台灣商務印書館股份有限公司。
 14. 陳培源。2008。台灣地質。展智文化事業股份有限公司。
 15. 陳順宇。2005。多變量分析。華泰文化事業股份有限公司。
 16. 楊金坤。2001。由粒線體核糖核酸序列與頭骨型態分析岩羊四川亞種之親緣關係及生物地理。國立中山大學生物系碩士論文。
 17. 鄭維新。2007。台灣地區小黃腹鼠與亞洲家鼠之地理變異及親緣地理學研究。國立嘉義大學碩士論文。
 18. 魏勢璋。2010。黑眶蟾蜍的親緣地理。大葉大學生物資源學系碩士論文。
- 二，英文部分
19. Aplin, K. P., Brown, P. R., Jacob, J., Krebs, C. J. and Singleton, G. R. 2004. Field methods for rodent studies in Asia and the Pacific. ACIAR Monograph No.100. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra.
 20. Bonhomme, F. N., Miyashita, P., Boursot, J., Catalan, K. and Moriwaki. 1989. Genetic variation and polyphyletic origin in Japanese *Mus musculus*. *Heredity* 63:54 299-308.
 21. Bookstein, F. L. 1993. Morphometric Tools for Landmark Data. Geometry and Biology. Cambridge University Press.
 22. Bookstein, F., Chernoff, B., Elder, R., Humphries, J., Smith, G. and Strauss, R. 1985. Morphometrics in Evolutionary Biology. The Academy of Natural Science of Philadelphia.
 23. Corbet, G. B. and Hill, J. E. 1992. The Mammals of the Indomalayan Region: A Systematic Review. Oxford University Press. London. 488 pp.
 24. Daams, R. and de Bruijn, H. 1995. A classification of the gliridae (Rodentia) on the basis of dental morphology. *Hystrix*, 6, 1-2:3-50.
 25. Denys, C. 1994. Diet and dental morphology of two coexisting *Aethomys* species (Rodentia, Mammalia) in Mozambique. Implications for diet reconstruction in related extinct species from South Africa. *Acta Theriologica Sinica*. 39: 357-364.
 26. Gorog, A. J., Sinaga, M. H. and Eengstrom, M. D. 2004. Vicariance or dispersal? Historical biogeography of three Sunda shelf murine rodents (*Maxomys surifer*, *Leopoldamys sabanus* and *Maxomys whiteheadi*). *Biological Journal of the Linnean Society*. 81: 91-109.
 27. Hillis, D. M., Moritz, C., and Mable, B. K. 1996. *Molecular Systematics* (2ed.). Sinauer Associates, Inc. USA.
 28. Hope, G. S., Kershaw, A. P., van der kaars, S., Sun, X., Liew, P. M., Heusser, L. E., Takahara, H., McGlone, M., Miyoshi, N. and Moss, P. T. 2004. History of vegetation and habitat change in the Austral-Asian region. *Quaternary International* 118-119: 103-126.
 29. Hsu, V. 1990. Seismicity and tectonics of a continent-island arc collision zone at the island of Taiwan. *Journal of Geophysical Research* 95: 4725-4734.
 30. Jernvall, J. and Fortelius, M. 2002. Common mammals drive the evolutionary increase of hypsodonty in the Neogene. *Nature* 417: 538-540.
 31. Kawada, S. I., Shinohara, A., Kobayashi, S., Harada, M., Sen-ichi Oda, S. I. and Lin, L. K. 2007. Revision of the mole genus *Mogera* (Mammalia: Lipotyphla: Talpidae) from Taiwan. *Systematics and Biodiversity* 5 (2): 223-240.
 32. Kurachi, M., Chau, B. L., Dang, V. B., Dorji, T., Yamamoto, Y., Nyunt, M. M., Maeda, Y., Chhum, P. L., Namikawa, T. and Yamagata, T. 2007. Population structure of wild musk shrews (*Suncus murinus*) in Asia based on mitochondrial DNA variation, with research in Cambodia and Bhutan. *Biochemical Genetics* 45:165-183.
 33. Li, S., Wang, Y. X., Jiang, X. L. and Yang, J. X. 2008. Geographic variation of chevrier's field mouse (*Apodemus chevrieri*) (Milne-Edwards, 1868) (Muridae: Murinae) from southwestern China based on cranial morphometric variables. *Zoological Studies* 47(4): 393-401.
 34. Maryanto, I., Kitchener, D. J. and Prijono. S. N. 2005. Morphological analysis of house mice, *Mus musculus* (Rodentia, Muridae) in Southern and Eastern Indonesia and Western Australia. *Mammal Study*. 30: 53-63.
 35. Meiri, S. and Dayan, T. 2003. On the validity of bergmann's rule. *Journal of Biogeography*. 30: 331-351.
 36. Mercer, J. M. and Roth, V. L. 2003. The effects of cenozoic global climate on squirrel phylogeny. *Science* 299: 1568-1572.
 37. Motokawa, M., Lin, L. K., Motokawa, J. 2003. Morphological comparison of Ryukyu mouse *Mus caroli* (Rodentia: Muridae) populations from Okinawajima and Taiwan. *Zoological Studies* 42(2): 258-267.
 38. Motokawa, M., Lin, L. K. and Lu, K. H. 2004. Geographic variation in cranial features of the Polynesian rat *Rattus exulans* (Peale, 1848) (Mammalia: Rodentia: Muridae). *The Raffles Bulletin of Zoology*. 52: 653-663.
 39. Myers, N., Mittermeier, R. A.,

Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B. and Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853-858. 40. Nickel, M., Hammel, J. U., Donath, T. and Beckmann, F. 2005. Quantitative morphometrics and contraction analysis of the marine sponge *Tethya wilhelma* using synchrotron radiation based x-ray microtomography and in vivo x-ray imaging. In " hasylab annual report 2005 part I " . pp: 1065-1066. 41. Palo, J. U., Schmeller, D. S., Laurila, A., Primmer, C. R., Kuzmin, S. L. and Merila, J. 2004. High degree of population subdivision in a widespread amphibian. *Molecular Ecology* 13: 2631-2644. 42. Pergams, O. R. W. and Lawler, J. J. 2009. Recent and Widespread Rapid Morphological Change in Rodents. *PLoS ONE* 4(7): e6452. doi:10.1371/journal.pone.0006452. 43. Rae, T. C., Viersdo ' ttir, U. S., Jeffery, N. A. and Steegmann Jr, A. T. S. 2006. Developmental response to cold stress in cranial morphology of *Rattus*: implications for the interpretation of climatic adaptation in fossil hominins. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*. 273: 2605-2610. 44. Renaud, S, Michaux, J. Schmidt, D. N, Aguilar, J.P, Mein, P. and Auffray, J. C. 2005. Morphological evolution, ecological diversification and climate change in rodents. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 272: 609-617. 45. Roth, V. L., Bello, E. and Valdecasas, G. 1993. On three-dimensional morphometrics, and on the identification of landmark points. In Marcus (ed.), *Contributions to Morphometrics*. Museo Nacional de Ciencias Naturales. Monografias. 46. Shimada, T., Aplin, K. P., Jogahara, T. and Lin, L. K. 2007. Complex phylogeographic structuring in a continental small mammal from East Asia, the rice field mouse, *Mus caoli* (Rodentia: Muridae). *The Mammalogical Society of Japan, Mammal study* 32: 49-62. 47. Sodhi, N. S., Koh, L. P., Brook, B. W. and Ng, P. K. L. 2004. Southeast Asian biodiversity: an impending disaster. *Trends in Ecology and Evolution* 19: 654-660. 48. Suzuki, H., Minato, S., Sakurai, S., Tsuchiya, K. and Fokin, I. M. 1997. Phylogenetic position and geographic differentiation of the Japanese dormouse, *Glirulus japonicus*, revealed by variations among rDNA, mtDNA and the Sry Gene. *Zoological Science*. 14: 167-173. 49. Suzuki, H., Tsuchiya, K. and Takezaki, N. 2000. A Molecular phylogenetic framework for the Ryukyu endemic rodents *Tokudaia osimensis* and *diplothrix legata*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* p15-p24. 50. Takada, Y. H. and Yamada, T. 1994. Morphometric variation of Japanese wild mice on islands. *Journal of the Mammalogical Society of Japan*. 19: 113-128. 51. Tamada, T., Siriaronrat, B., Subramaniam, V., Hamachi, M., Lin, L. K., Oshida, T., Rerkamnuaychoke, W. and Masuda, R. 2008. Molecular diversity and phylogeography of the Asian leopard cat, *Felis bengalensis*, inferred from mitochondrial and y-chromosomal DNA sequences. *Zoological Science* 25:154-163. 52. Terashima, M., Suyanto, A., Tsuchiya, K., Moriwaki, K., Jin, M. L. and Suzuki, H. 2003. Geographic variation of *Mus caroli* from East and Southeast Asia based on mitochondrial cytochrome b gene sequences. *Mammal Study* 28: 67-72. 53. Yu, H. H. and Peng, Y. H. 2002. Population Differentiation and Gene Flow Revealed by Microsatellite DNA Markers in the House Mouse (*Mus musculus castaneus*) in Taiwan. *Zoological Science*. 19(4): 475-483. 54. Yuan, S. L., Lin, L. K. and oshida, T. 2006. Phylogeography of the mole-shrew (*Anourosorex yamashinai*) in Taiwan: implications of interglacial refugia in a high-elevation small mammal. *Molecular Ecology* 15: 2119-2130. 55. Zelditch, M. L., Swiderski, D. L., Sheets, H. D. and Fink, W. L. 2004. *Geometric morphometrics for Biologists: a primer*. Elsevier Academic Press, New York and London.