

國立臺灣海洋大學

海洋生物研究所

碩士學位論文

指導教授：程一駿 教授

台灣地區野生正常及收容海龜
血漿生化值之研究

The study in plasma biochemistry of free-ranching
and captive sea turtles in Taiwan.

研究生：馮加伶 撰

中華民國 98 年 7 月

台灣地區野生正常及收容海龜
血漿生化值之研究

The study in plasma biochemistry of free-ranching
and captive sea turtles in Taiwan.

研究生：馮加伶

Student: Chia-Ling Fong

指導教授：程一駿 教授

Advisor: I-Jiunn, Ph.D.

國立臺灣海洋大學

海洋生物研究所

碩士學位論文

A thesis

Institute of Marine Biology

College of Life and Resource Sciences

National Taiwan Ocean University

In Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

In

Marine Biology

July 2009

Keelung, Taiwan, Republic of China

中華民國 98 年 7 月



國立臺灣海洋大學

博碩士論文紙本及全文上網授權書

(提供授權人裝訂於紙本論文書名頁之次頁用)

本授權書所授權之論文為授權人在國立臺灣海洋大學
海洋生物研究所 _ _ _ _ _ 組 97 學年度第 ___ 學期取得碩士學位
之論文。

記錄編號：G0M95340001

論文題目：台灣地區野生正常及收容海龜血漿生化值之研究

指導教授：程一駿

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文電子檔(含摘要)，依下述
授權範圍，以非專屬、無償授權國立臺灣海洋大學圖書館，不限地
域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各種數位化方式將上列論文重
製，並得將數位化之上列論文及論文電子檔以上載網路方式，提供讀
者基於個人非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印。

■ 讀者基於非營利性質之線上檢索、閱覽、下載或列印上列論文，應
依著作權法相關規定辦理。

論文全文上載網路公開之範圍及時間：

校內區域網路	■ 立即公開
校外網際網路	■ 立即公開
紙本公開陳列範圍 及時間：	■ 茲同意將本著作立即公開陳列上架，並同意 因遺失或損毀重製。

授權人：馮加伶

學 號：M95340001

E-mail：chialingfong@gmail.com

親筆簽名或蓋章：_____

中 華 民 國 年 月 日

國家圖書館

博碩士論文電子檔案上網授權書

本授權書所授權之論文為授權人在國立臺灣海洋大學海洋生物研究所
97 學年度第__學期取得碩士學位之論文。

記錄編號：G0M95340001

論文題目：台灣地區野生正常及收容海龜血漿生化值之研究

指導教授：程一駿

茲同意將授權人擁有著作權之上列論文全文（含摘要），非專屬、無
償授權國家圖書館，不限地域、時間與次數，以微縮、光碟或其他各
種數位化方式將上列論文重製，並得將數位化之上列論文及論文電子
檔以上載網路方式，提供讀者基於個人非營利性質之線上檢索、閱
覽、下載或列印。

上列論文為授權人向經濟部智慧財產局申請專利之附件或相關文件之一（專利申請
案號：_____），請於 年 月 日後再將上列論文公開或上
載網路。

因上列論文尚未正式對外發表，請於 年 月 日後再將上列論文公開或上載
網路。

授權人：馮加伶

親筆簽名及蓋章：_____ 民國 年 月 日

身分證字號：A227590131

電話：_____ 傳真：_____

聯絡地址：台北縣新店市三民路58號4樓

E-Mail：chialingfong@gmail.com

謝辭

終於等到寫謝辭的這一天了！平時在論文撰寫遇到瓶頸時，就會回憶起這段日子曾經熱心給予幫助的人們和幻想如何誠懇地將謝辭寫的文情並茂。而現在，到了寫謝辭的這一刻，我想還是走平實路線好了...

首先，最要感謝指導教授程一駿老師，您對我的信任和支持是完成這研究的最大推手；感謝季昭華老師及吳聲海老師在口試和論文修改的寶貴建議；感謝林孫權老師在獸醫臨床診斷學的悉心指導，您待人處事的用心也令人崇敬；感謝冉繁華老師及其學生在儀器操作分析上的指導。

另外，特別要感謝東澳粉鳥林漁場的漁撈長陳阿清先生和諸多漁民朋友的大力幫忙；感謝澎湖海洋生物研究中心的許鐘鋼組長及黃金峰先生為救護海龜所付出的眾多心血和一直以來的熱情相挺；感謝澎湖家畜疾病防治所的郭仁政所長、吳靜芷小姐和潘宏造先生，在您的幫忙之下收容海龜的健康檢查才能落實；感謝旗津海洋生物館的翁春成館長，和您接觸過的人都感受的到您對海洋生物的熱愛；感謝俊媛學姊和美萍於屏科大實習期間的鼓勵和日常照料。

謝謝實驗室成員：前任助理曉萍、仁豪在我論文草創時期給予許多的協助，我好想捏小犄犄的臉；現任助理靜詠和張阿寶為實驗室增添許多歡樂的氣氛；宗舜學長、段譽豪學長和久林學長分享了許多實用的報告技巧；禾張學長，謝謝你不吝分享你對統計軟體和微軟作業系統的認識，還常常擔任實驗室的優質駕駛和付出勞力協助採樣你辛苦了！謝謝兆偉、振尉和逸軒學長們，多次在烈日下陪同採樣和忍受我的健忘及兩光；謝謝靖瑋，你的搞笑功力及貼心讓生活增添不少樂趣；謝謝明哲、純君、高個、越宜都讓實驗室好熱鬧！加油呀！祝大家順利畢業~

謝謝世華常常協助採樣和伴遊，你彆扭的個性實在很有趣！謝謝中樞陪我熬夜分析樣本，還經常幫我加油打氣，感恩！謝謝崇光好姊妹們，張馨云、余都都、陳思婷、林萱茹、溫剴如、陳穎儀和藍珮紋等人，和妳們閒扯聊天是生活中最佳調適劑！謝謝胖寶，你好可愛！哈！還要謝謝好多好心人，像是願意讓拿著怪箱子的陌生人搭便車，或是通報擱淺海龜案例的熱心人士，或是一路上曾經給予過幫助的人！謝謝所有善良又熱心的人，你們讓台灣這塊土地更美好！

最重要的是，感謝家人的包容、支持和照顧---尤其是爺爺馮龍章先生、奶奶羅定利女士、父親馮禹成先生和母親林璠女士，您們終於不用再擔心我到底能不能畢業了！不過，其他的事情您們也不用擔心啦！因為我是幸運星，都遇到好多善良的好心人~謝謝大家！謝謝老天爺！

摘要

隨著近年來台灣地區海龜擱淺通報系統逐步的建立，加上海龜受傷及擱淺案例的增加，使得台灣地區海龜血漿生化的研究更是刻不容緩。本研究目的在於建立台灣地區綠蠵龜及赤蠵龜血漿生化值之參考範圍，並利用所建立之參考值評估收容海龜的健康狀態。研究分成兩部分進行，以誤入定置網的野生正常綠蠵龜(n=27)及赤蠵龜(n=8)作為血液生化參考值的來源，另收集上岸產卵的母綠蠵龜(n=4)，並以獨立樣本 T 檢定 ($p<0.05$) 比較不同體型、公母之間和產卵行為對血檢值的差異。結果顯示在綠蠵龜中，亞成龜與成龜之間血容比和天門冬酸鹽轉氨酶有差異存在，成熟綠蠵龜公母之間則無顯著的差異；而產卵季節的禁食及卵生成作用會對血糖、尿素氮、尿酸、三酸甘油脂和鎂等值造成影響；赤蠵龜中亞成龜的肌氨酸酐較低，公母之間的乳酸脫氫酶有差異存在。另一部分為收容救護海龜(n=33)的定期健康檢查，結果顯示收容海龜中常見尿素氮、白蛋白及球蛋白比和白蛋白等值的異常。其中數量最多的綠蠵龜(n=24)，在收容環境中具有較高的白蛋白、天門冬酸鹽轉氨酶、鎂和尿素氮，其異常值應與營養狀態有關，區別函數分析也得到類相的結果；而臨床上不正常的收容綠蠵龜具有較高的白蛋白與球蛋白比，應與脫水及免疫抑制有關。本論文的結果可提供海龜生物學家、獸醫師或收容單位做為海龜健康狀態評估及血漿生化值判讀上的學理參考。

Abstract

Ever since the establishment of stranding sea turtle report system in recent years and the number of stranded (including sick and injured) turtles increase, the studies of plasma biochemistry of sea turtles in Taiwan is urgently needed. The purpose of this study is to establish the plasma biochemistry reference baseline profiles for the free-ranging green and loggerhead sea turtles in Taiwan and use for the health assessments of captive and stranded sea turtles on the regular basis.

There are two parts of the studies in the thesis. First, blood samples were obtained from 27 by-catch, clinically healthy and 4 nesting green turtles as well as 8 by-catch, clinically healthy loggerhead turtles for the establishment of the reference range. Study found that the subadult green turtles had lower PCV and higher AST than adults. Glucose, BUN and UA values were lower in the nesting green turtles than the non-nesting adult females. However, the nesting females had higher triglyceride and Mg concentrations. These differences might relate to the nesting activities of the female turtles. In loggerheads, the subadults had a lower creatinine values than adults, and the LDH was different between sexes. Second, blood were collected from 33 captive sea turtles and found that the abnormality of BUN, A/G ratio and albumin were most frequent observed. Among different species, green turtles was the most abundant (n=24). They had significantly higher albumin, AST, Mg and BUN than normal greens. These results might relate to the daily dietary nutritional statuses. Similar results were observed from discriminant analysis. We also compared the plasma biochemistry of clinical sick turtles with clinically health captive green turtles, and found that the sick turtle had a higher A/G ratio. This phenomena might caused by the dehydration and immune-suppression.

The results of this study are the first plasma biochemistry baseline profiles for the free-ranging green and loggerhead turtles in Taiwan. We can then apply these profiles for diagnosis of the health status of captive and live stranded turtles properly. Appropriate rehabilitation recommendations and possible therapies for the unhealthy and injured turtles can also be proposed.

目錄

	頁次
謝辭.....	i
中文摘要.....	ii
英文摘要.....	iii
目錄.....	iv
圖目錄.....	vi
表目錄.....	vii
附錄目錄.....	viii
第一章 前言.....	1
第二章 文獻探討	
第一節 台灣地區常見海龜介紹.....	3
第二節 海龜適用的健康評估方式.....	8
第三節 採血部位.....	13
第四節 血液抗凝劑.....	13
第五節 爬蟲類的血液生化之特性.....	14
第三章 材料與方法	
第一節 野生海龜族群血液生化參考值的建立.....	23
第二節 台灣地區飼養海龜的定期健康檢查.....	24

第三節 實驗材料.....	24
第四節 實驗方法.....	25
第五節 統計學分析.....	33
第四章 結果	
第一節 野生海龜族群的基本形質資料.....	35
第二節 野生海龜族群血液生化參考值的建立.....	36
第三節 台灣地區飼養海龜的定期健康檢查結果.....	38
第五章 討論	
第一節 野生海龜族群的基本資料.....	43
第二節 野生海龜族群的血液生化參考值.....	45
第三節 台灣地區飼養海龜的定期健康檢查.....	49
第六章 結論.....	56
參考文獻.....	74
附錄.....	85

圖目錄

	頁次
圖 3-2-1 外卡卡尺.....	58
圖 3-2-2 自頸靜脈採血.....	58
圖 4-1-1 野生綠蠓龜體長分布圖(n=30).....	59
圖 4-1-2 野生赤蠓龜體長分布圖(n=12)	59
圖 4-3-1 收容海龜體長分布圖(n=13).....	60
圖 4-3-2 收容綠蠓龜體長分布圖(n=24).....	60
圖 4-3-3 收容海龜中各項血檢值異常的比例圖.....	61
圖 4-3-4 生病收容綠蠓龜、正常收容綠蠓龜與野生正常綠蠓龜 三組的區別函數距離圖.....	61
圖 5-1-1 患有外傷之綠蠓龜.....	62
圖 5-1-2 綠蠓龜手術後.....	62
圖 5-1-3 於基隆外木山沙灘野放.....	63
圖 5-1-4 赤蠓龜前肢的藤壺附著.....	63

表目錄

頁次

表 4-1-1	野生綠蠵龜及赤蠵龜背甲曲線長(公分)的體長資料.....	64
表 4-1-2	產卵綠蠵龜背甲曲線長(公分)的體長資料.....	64
表 4-2-1	宜蘭東澳地區野生正常綠蠵龜血漿生化參考值範圍.....	65
表 4-2-2	台灣地區產卵母龜及東澳野生正常母龜之血漿生化值....	66
表 4-2-3	台灣地區野生正常綠蠵龜血液生化參考值的範圍.....	67
表 4-2-4	台灣地區野生正常赤蠵龜血液生化參考值的範圍.....	68
表 4-3-1	收容海龜曲線背甲長(公分)的體長資料.....	69
表 4-3-2	各種類收容海龜的血漿生化值範圍.....	70
表 4-3-3	生病收容綠蠵龜、正常收容綠蠵龜與野生正常綠蠵龜的 血漿生化值.....	71
表 4-3-4	生病收容綠蠵龜、正常收容綠蠵龜與野生正常綠蠵龜 One-way ANOVA 及 Tukey post hoc test 的分析結果.....	72
表 4-3-5	區別函數公式鑑別度(Eigenvalues).....	73
表 4-3-6	區別函數公式的顯著性檢定(Wilks' Lambda).....	73
表 4-3-7	區別函數公式(Structure Matrix).....	73

附錄目錄

頁次

附錄一. 海龜身體健康檢查紀錄表.....84

附錄二. 哥斯大黎加的產卵欖蠐龜之血液生化參考值.....85

附錄三. 澳洲愛德華佩留爵士群島的綠蠐龜之血液生化參考值.....86

附錄四. 美國喬治亞州海岸的赤蠐龜之血液生化參考值.....87

第一章 前言

台灣附近海域常有海龜出現覓食或洄游，然而，許多人為活動如沿岸環境汙染、近海漁業活動、沿近海開發等，及自然因子如流行病都會導致海龜生病、受傷或死亡擱淺。傷亡雖不多但時而有聞，且分布於全台的海岸線（程一駿，2006）。通常這些狀況虛弱的海龜會被轉送至當地水族館收容照料，待情況好轉後再野放回大海，因此在收容救護期間，海龜健康狀態的評估便顯得相當基本且格外重要。

大部分水族館進行海龜健康評估的方式為觀察其活力狀況、定期秤重和測量體長，此方法能了解海龜的活力狀況及成長率，卻無法得知海龜的生理狀況。而大部分的疾病，尤其是疾病早期的鑑別診斷、潛伏性疾病或功能障礙性疾病的發現，都需適當的實驗室檢查作為診斷依據，實驗室檢查是指對活的罹病動物收集血液、糞、尿及其他檢驗材料等，並在實驗室以物理學、化學、生物化學、微生物學、寄生蟲學、細胞學或免疫學等各種方式進行檢驗，而獲得客觀資料來作為診斷的依據（沈永紹，2004）。而當動物在罹病或營養不良時，血液成分常會隨之而變化，故藉由抽血進行血漿生化值之分析，可做為救護收容海龜及疾病診療之參考依據，也能評估野生海龜族群的健康狀態（Bolton et al., 1992a ; George, 1996）。

國外關於野生動物血液參考值研究的文獻相當豐富，其中亦包括綠蠐龜、赤蠐龜、革龜、欖蠐龜等瀕臨絕種的保育類 (Bolton et al., 1992a ; Bolton and Bjorndal, 1992b ; Aguirre and Balazs, 2000 ; Swimmer, 2000 ; Deem et al., 2006 ; Hamann et al., 2006 ; Casal and Orós, 2007 ; Santoro and Meneses, 2007)，但是血漿生化值會受到許多因子，如年齡體型、性別、季節、採血部位、種類、食物來源、環境等的影響 (Lutz and Dunbar-cooper, 1987 ; 鐘承澍, 2003)。故不同地區或族群，甚至是不同實驗室都應建立屬於該地區的血液參考值 (Aguirre and Balazs, 2000 ; Bolton et al., 1992a)。而國內有關海龜血漿生化的文獻資料仍付之闕如，隨著近年台灣地區海龜擱淺和疾病的通報系統正逐步建立，海龜受傷及擱淺案例的增加，顯示相關研究須儘快著手進行，才能提供臨床工作者及海龜生物學家有效的資訊。

本研究之主要目的為建立起台灣地區野生海龜血漿生化值之參考範圍，並利用所建立之參考值來評估收容海龜的健康狀態，探討收容海龜與野生海龜血漿生化值的差異，期能依此方法做為國內標準化之評估流程和提供海龜生物學家、獸醫師或收容單位評估及判讀的依據。

第二章 文獻探討

本章先就台灣地區常見的海龜種類進行介紹，包括分類地位、棲息地區及野外攝食生態。再介紹適用於海龜健康評估的方式，並詳述本研究中所使用的採血部位和血液抗凝劑種類的選擇，及討論爬蟲類血清生化值判讀的依據及特性。

第一節 台灣地區常見海龜介紹

海龜屬爬蟲綱 (Class Reptilia)，龜目 (Order Chelonia)，現存之種類共分為兩科七種，分別為革龜科 (Family Dermochelyidae) — 僅有革龜 (*Dermochelys coriacea*) 一種；硬殼龜科 (Family Cheloniidae) — 綠蠟龜 (*Chelonia mydas*)、平背龜 (*Natator depressus*)、赤蠟龜 (*Caretta caretta*)、欖蠟龜 (*Lepidochelys olivacea*)、肯氏龜 (*Lepidochelys kempi*) 及玳瑁 (*Eretmochelys imbricata*) 共六種，其中平背龜僅分布於澳洲北部附近海域，肯氏龜則分布於大西洋的熱帶及亞熱帶海域，主要棲息於墨西哥灣附近 (Hendrickson, 1980; Groombridge and Wright, 1982; Mrosovsky, 1983; Marquez, 1990)。

在台灣附近海域較常發現綠蠟龜、赤蠟龜、欖蠟龜、玳瑁等四種海龜，革龜亦有幾次的出現紀錄 (Mao, 1971; Marquez, 1990)。目前台灣地區收容海龜的種類，包括綠蠟龜、赤蠟龜、欖蠟龜、玳瑁等四種，以

下就其分類地位、分佈範圍及攝食生態進行介紹:

1. 綠蠔龜 *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758)

分類地位：

脊椎動物門(Vetebrata)、爬蟲綱(Reptilia)、無弓亞綱(Anapsida)、
龜鱉目(Chelonia)、隱頸亞目(Cryptodira)、硬殼龜科(Cheloniidae)、
海龜屬(*Chelonia*)。

分佈範圍：

繞極地分佈，從北緯 55 度到南緯 46 度之海域皆有，主要分佈於
熱帶到亞熱帶之海域中。

攝食生態：

小海龜分佈於開放大洋中，有時棲息於漂流性馬尾藻下，這個時期為雜食性(omnivorous)且有強烈偏肉食性(carnivorous)的傾向，多以浮游生物、櫛水母、大洋性的海蝸牛(pelagic snail)或小型水生昆蟲為食(Frick, 1976; Bjorndal, 1985; Carr, 1987)。Bolton 等人(1992b)在巴哈馬進行亞成龜血液資料的研究中，發現剛加入近礁攝食場的綠蠔龜血漿為透明無色，而開始攝食海草後的綠蠔龜血漿呈黃色，為植物色素，故推論在大洋性時期(pelagic stage)的稚龜為肉食性。剛加入近礁攝食場的綠蠔龜，直線背甲長範圍約為 20 到 35 cm，會依地區

而異 (Bjorndal and Bolten, 1988 ; Limpus et al., 1994)。亞成龜及成龜居住在沿岸的珊瑚礁及海草床區，以海草及大型藻類為主食，有時也會攝食其他動物，如水母、海樽 (slap)、烏賊卵、魚、甲殼類和海綿等 (Bjorndal, 1996)。

2. 赤蠍龜 *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758)

分類地位：

脊椎動物門 (Vetebrata)、爬蟲綱 (Reptilia)、無弓亞綱 (Anapsida)、龜鱉目 (Chelonia)、隱頸亞目 (Cryptodira)、硬殼龜科 (Cheloniidae)、蠍龜屬 (*Caretta*)。

分佈範圍：

繞極地分佈，從北緯 62 度到南緯 45 度之海域皆有，是所有海龜中唯一能在溫帶沙灘上產卵的海龜。

攝食生態：

小海龜分佈在大洋中的漂流性馬尾藻下 (Bjorndal, 1985)，在擱淺的小赤蠍龜 (post-hatchling) 胃內容物中發現馬尾藻、附著於馬尾藻上的蝸牛、大洋性的海蝸牛、陸生昆蟲 (包括蒼蠅、蚜蟲、葉蟬、甲蟲等)、甲殼類的附肢碎片、浮游性魚卵、櫛水母、腹足軟體動物等 (Carr, 1980)。稚龜棲息於大洋中，以腹足軟體動物、藤壺、海樽、

腔腸動物、水母和其他浮游生物為食 (Dodd, 1988)。背甲長 40 cm 以上的亞成龜及成龜會開始遷移至淺海水域，無論在礁岸或是軟質沙底海域中，均過著以螃蟹、貝類、魚、海筆及其他底棲性無脊椎動物為主食的底棲性生活 (Bjorndal, 1996)。

3. 欖蠟龜 *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)

分類地位：

脊椎動物門 (Vetebrata)、爬蟲綱 (Reptilia)、無弓亞綱 (Anapsida)、龜鱉目 (Chelonia)、隱頸亞目 (Cryptodira)、硬殼龜科 (Cheloniidae)、麗龜屬 (*Lepidochelys*)。

分佈範圍：

繞極地分佈，北緯 35 度到南緯 30 度海域皆可見到，主要分佈在熱帶海域。

攝食生態：

有關欖蠟龜稚龜棲息環境的資料很少，欖蠟龜通常棲息於大洋中，有時會生活於淺灘的底層或是主要河流的出海口處，根據底拖網的捕獲資料得知，欖蠟龜可於水深 80 到 110m 處覓食 (Pitman, 1993；Plotkin et al., 1993；Bjorndal, 1996)。欖蠟龜為肉食性動物，是所有海龜中最兇猛的一種。在 Escobillas 產卵沙灘附近捕獲的 139 隻成龜(115

頭母龜及 24 頭公龜) 的胃內容物中，發現大量的魚類及海樽、其他還包括軟體動物、苔蘚蟲類 (bryozoans)、魚卵、海鞘類 (ascidian)、星蟲 (sipunculids) 和甲殼類等無脊椎動物，但因為這些海龜個體正值生殖季節，所以它們的胃內容物或許不能代表欖蠟龜平時於棲息地的攝食情形 (Montenegro et al., 1986 ; Bjorndal, 1996)。

4. 玳瑁 *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766)

分類地位：

脊椎動物門 (Vetebrata)、爬蟲綱 (Reptilia)、無弓亞綱 (Anapsida)、龜鱉目 (Chelonia)、隱頸亞目 (Cryptodira)、硬殼龜科 (Cheloniidae)、玳瑁屬 (*Eretmochelys*)。

分佈範圍：

繞極地分佈，北緯 45 度到南緯 38 度海域皆可見到，主要分佈在熱帶到亞熱帶海域的珊瑚礁區中。

攝食生態：

如同其他海龜種類，玳瑁在大洋漂浮時期的資料有限，似乎亦分佈於大洋中的漂流性馬尾藻下 (Carr, 1987)，幼龜以有柄藤壺、大洋性魚類的卵、被囊類 (tunicate)、螃蟹的碎屑等為食。背甲長約 20 到 25 cm 以上的亞成龜大多會離開大洋，並開始底棲棲息性的生活，亞

成龜及成龜居住在珊瑚礁區，以海綿、被囊類、大洋性烏賊、腹足軟體動物、海膽、蜘蛛蟹和海參等無脊椎動物為食，偶會追逐小魚或於紅樹林海灣內攝食海草。玳瑁雖屬任意捕食的雜食性動物 (indiscriminate omnivores)，但仍以無脊椎動物及海棉為主食 (Meylan, 1984；Bjorndal, 1996)。

第二節 海龜適用的健康評估方式

海龜和所有的動物一樣都會生病或受傷，無論是野外的海龜或是收容飼養的海龜都需要進行基本的健康評估。就算有些野外研究的目的並非健康評估，這些最前線的海龜生物學家都能利用與海龜接觸的機會，監測他們是否有潛在的健康問題。有些調查方法簡單明確又能提供有用的資訊，故很適合在野外執行，也不會對野外調查者造成負擔。以下為例行及可行的調查方法：

1. 背景資料的收集

明確的操作流程、標準化記錄模式及紙本表格，可以使資料的收集更有效率，表格的設計應隨著種類和研究主題的不同，而有所修改，以在野外方便手寫或是直接輸入手提電腦者為佳 (Berry and Christopher, 2001)。當為海龜進行健康評估時，應慣例性地收集某些野外資料當作背景值，像是地點、日期、採樣時間、觀察 (捕獲) 方法、

人為干擾、天氣、海況（如溫度及潮汐）、種類、體型大小和性別等，詳細的背景資料可使健康評估及日後資料的整理更為精確。

2. 行為評估

如果情況允許，最好能在捕捉或保定海龜之前先觀察它的行為，像是海龜游泳時的動作、曬太陽、爬行等。亦或當海龜被發現時是漂浮或是被網具纏繞；在進行保定時，海龜是否無精打采或是有精力地急欲掙脫；被捕捉之後，海龜對刺激的反應之警覺程度；海龜四肢及頭部的擺動是否協調；或是利用神經學的檢查來評估周圍及中央神經系統是否正常等（Chrisman et al., 1997）。

3. 身體質量指數

體重和背甲長的測量可以推算出身體質量指數（Body Condition Indices；BCI），估算方式可用體重比背甲長（CL）或體重比背甲長的三次方（ CL^3 ），經過大量資料的累積後，即可以建立一正常範圍，作為野外及收容海龜的身體質量指數的參考依據，並可藉由身體質量指數的比較，得知海龜是否正常進食、過重或瘦弱等狀況（Lawrence et al., 2003）；身體質量指數也可用來評估海龜的生殖狀態，生殖公龜在遷移及生殖季之前，身體質量指數顯著高於非生殖季的公龜。但生殖公龜遷移之後，活動量的大量增加和禁食皆會導

致身體質量指數的降低 (Jessop et al., 2004)。

4. 身體檢查

當海龜在接受測量及上標時，可以一併仔細地檢視其外觀，像是四肢、皮膚、背甲和腹甲上是否完整無缺或是有傷疤。舉例來說，檢視背甲表面是否光滑或是脫落，來判斷是否有背甲感染的情形或是患有嚴重的系統性疾病；皮膚和背甲表面是否有凸起腫塊或是異常增生；背甲上附生物的種類和數量。此外，眼睛是否清澈、有沒有漁業活動所造成的損傷、泄殖腔和口腔有沒有留有魚鈎或魚線或是傷口、有無黏液或黏液的顏色和氣味都須注意並仔細記錄。如發現異常時，應該用客觀及精確的的辭彙加以記錄，並佐以圖解及測量的數據者尤佳 (Lawrence, 2003)。

5. 採血

在野外調查的研究中，採血並非例行工作中的一部分，但是血液樣本的取得並不困難，又能提供許多有用的資訊，故強烈建議應進行海龜的採血的工作。像是能從血漿中固醇類賀爾蒙的檢測結果，得知未成熟海龜的性別 (Owens, 1999; Wibbels, 1999)，也可以從血球細胞中萃取出 DNA，進行基因遺傳的分析 (FitzSimmons et al., 1999)。另外，只要多付出一些額外的努力，就能從血液中得到一些重要的健

康資訊，像是血液抹片的製備，可以用來評估血球的相對數量和觀察血球細胞的型態，也可以用來檢驗血液寄生蟲；全血離心後，血小板可作為 DNA 的來源，而血漿則可進行生物化學和血清學的檢測。

無論是新鮮、冷凍的血漿或血球細胞皆可進行許多複雜和特別的檢測，但最終要進行哪些檢測和分析，都應視研究的目的、預算和可行性來決定 (Lawrence, 2003)。

6. 細胞學檢體

細胞學檢體（又稱生檢，或是活組織檢驗）的採取有許多方式，例如拭擦、刮取、壓捺與吸取等，需視解剖位置與欲採取組織的性質等而定 (曾秋隆, 2005)。在許多案例中，細胞學檢體是唯一能區分損傷成因的工具，對於一些罕見的案例也是特別地重要。像是，如遇該族群或該種類中第一個患有疑似纖維狀乳突瘤的個體案例時，細胞學檢體的採取就是非常重要的步驟 (Lawrence, 2003)。

在野外調查時，可以將一些皮膚上的潰瘍採取下來，進行組織學的評估，只要經過一些基礎訓練後即可執行，並隨身配備些基本物品，像是 10% 的緩衝福馬林、殺菌劑 (碘酒)，和滅菌過的生檢採樣包 (內含解剖刀片、鑷子及剪刀等)，調查人員就能在野外進行活組織的採集。然而，某些部位 (如眼睛、洩殖腔及喉頭聲們等處) 細胞學檢體

的採集具有較高的風險，有可能會造成永久性的損害，所以若要取較危險部位或是較深層的組織時，則需由經過專業訓練和有經驗的專業人士進行 (Lawrence, 2003)。

7. 成像應用

放射線學、超音波、和內視鏡檢查其實都能在野外實際應用，可用來評估海龜的生殖狀態 (Owens, 1999; Wibbels, 1999)。經過解剖學的訓練和一定經驗之累積後，技術員就可從影像中辨認出各種器官，像是經常使用內視鏡的調查者能分辨出卵巢、輸卵管、腎臟，甚至是腸道表面的囊腫、附著和增生。但是，成像技術的成本及技術性皆太高，使得它能應用於野外評估的可行性較低；但若用來檢視誤吞魚鈎或是患有腸胃道阻塞的海龜其損傷程度時，則能提供很有效的資訊 (Di Bello et al., 2006)。

上述幾種方式皆適用在海龜的健康評估上，也都能提供重要的資訊，其中血液學及血漿生化值的分析為了解動物個體健康狀況的基本方式，但有的疾病無法單靠血液檢查就能檢查出來，需要以細胞學檢體或放射線學、超音波、和內視鏡檢查的應用才能做進一步的確認。而本研究在進行實驗時會先收集背景資料、評估海龜的行為、檢查其身體外觀，再採取血液樣本，並針對血漿生化值進行分析。

第三節 採血部位

在 1970 年代，當時海龜採血最普遍的方式為心臟穿刺法 (cardiac puncture)，但是缺點為易受心臟周圍液體的污染 (Frair, 1977) 和使心臟受到細菌感染而導致死亡，其他採血的方法還包括頸動脈 (carotid artery) 採血 (Berkson, 1966) 和直接截頭 (decapitation) 採血等方式 (Dozy et. al., 1964)。而現在海龜採血的方法多採用由 Edward Scura 和 Cayman Turtle Farm, Ltd. 相關人員所研發自頸靜脈竇 (dorsal cervical sinus) 採血的方式 (Owens, 1980)，此方法無害、快又容易，在所有海龜身上皆可適用 (George, 1996)，除體型較大的革龜，因保定困難且頸靜脈太深，則建議利用後肢指間靜脈 (interdigital veins of hind flipper) 採血 (Wallace and George, 2007)。

Stein (1996) 的研究指出，龜的採血部位以頸靜脈最為適合，而頸靜脈位於頸部的兩點鐘及十點鐘方位，兩者間以右頸靜脈比左頸靜脈來得大，所以在本研究中以右頸靜脈為採血的優先選擇。

第四節 血液抗凝劑

血清並不適合做爬蟲類的血液研究，因為血液凝固的時間不可預測，而且會因樣本化學組成的不同，而造成檢測結果上有很大的差異 (Bolton et al., 1992a)。動物血液抗凝劑有許多種，臨床上較常使用的有

EDTA、sodium heparin、lithium heparin、sodium citrate、sodium oxalate 等，因其作用機制不同，而會對檢驗項目造成一定程度的影響，故需依使用目的的不同而做適當的選擇。

Jacobson (1987) 發現 EDTA 會導致龜類紅血球之溶血，因此不適用於龜類血液學的研究。Bolton 等人 (1992a) 在針對 sodium heparin 和 lithium heparin 兩種抗凝劑對赤蠟龜血液生化值之影響的研究中發現，這兩種抗凝劑的使用在統計分析上是沒有顯著的差異存在，而 Frye (1991) 認為對爬蟲類的血液而言，效果最佳的抗凝劑為 lithium heparin，因為它能避免血液凝固及保持細胞型態的完整。因此在本研究中採用 lithium heparin 抗凝劑來保存血液。

第五節 爬蟲類的血液生化之特性

爬蟲類體內恆定機制不同於鳥類及哺乳類，其血液生化值的正常範圍通常較寬，有些特性亦與哺乳類不同，所以在判讀時需小心，不可用一般哺乳類的標準來做評估。此外，許多健康龜類的血漿均為黃橙色，這或許是植物色素造成的 (Nakamura, 1980)，要避免與不正常的血紅素降解 (如:黃疸) 混淆。下面就本研究所檢驗的血漿生化項目，依其特性及判讀上需注意的事項做介紹:

1. 總蛋白質 (total protein, TP)

總蛋白質是指血漿中含氮之化合物，主要功能包括供給動物本身之營養物、參與形成膠體滲透壓及有助於酸鹼平衡（沈永紹，2004）。藉由血漿中總蛋白質的測定，可知動物是否脫水或蛋白質質量是否正常，影響總蛋白質質量的因素包括年齡、內分泌、營養因子、懷孕分娩、緊迫、體液喪失、疾病、失血或蛋白質流失。動物出生時的血漿總蛋白質質量為最低，但會隨年齡的增加而增至正常之值，但動物年老時，總蛋白質質量會再度減少（曾秋隆，2005）。低蛋白血症（hypoproteinemia）通常和營養不良有關，其他因素還包括食慾不振、吸收或消化不良、腸蛋白質流失病變、嚴重的失血或慢性的肝腎疾病。高蛋白血症（hyperproteinemia）的成因有二，一為脫水，因體液喪失而導致血液濃縮，進而增加血漿總蛋白的含量；二為慢性炎症反應，會造成球蛋白量的增加（Campbell, 1996）。

2. 白蛋白 (albumin)

白蛋白在血液中可與陽離子如鈣、銅或鋅離子等結合，以及運送脂肪酸、膽紅素和藥物（Meyer and Harvey, 2004）。動物若缺乏食慾、營養不良、口腔炎（stomatitis）、腸道寄生蟲、吸收不良、腸炎、肝病、腎炎或是失血時，會有白蛋白含量下降的現象（Wilkinson, 2003）。

Wilkinson (2003) 發現低白蛋白血症 (hypoalbuminaemia) 在未成熟的陸龜中很普遍，但還不確定是這些個體生病，或是健康的未成熟陸龜血漿中之白蛋白本來就較低。此外，未成熟的赤蠟龜血漿中白蛋白的含量，會比其他已成熟的龜類來得低 (Whitaker and Krum, 1999)。白蛋白的升高可能是脫水造成的，此外 Lawrence (1984) 發現在夏天時，雌性體內之白蛋白含量會比雄性高 30%，可能與卵形成 (vitellogenesis) 有關。冬眠的角鱉 (*Trachemys scripta*) 及箱龜 (*Terrapene carolina*) 體內出現白蛋白的升高，或許是血液濃縮所造成的 (Hutton and Goodnight, 1957)。

3. 球蛋白 (globulin)

球蛋白的估算方式是由總蛋白含量減去白蛋白含量而得。球蛋白是由淋巴組織所製造，和體內免疫防禦機制有關。Christopher et al. (1999) 在冬眠的沙漠地鼠陸龜 (*Gopherus agassizii*) 發現淋巴球數量的減少與球蛋白含量下降所引發的免疫力降低有關；而球蛋白含量上升，通常表示有慢性的炎症反應，或是免疫球疾病 (Sodikoff, 2001)。

4. 天門冬酸鹽轉氨酶 (aspartate aminotransferase, AST, GOT)

身體所有組織內都有這種酵素，但在肝臟及條紋肌 (骨骼肌和心

肌) 中的含量較高 (Meyer and Harvey, 2004)。在爬蟲類則以肝臟、腎臟及心肌中含量較高，但天門冬酸鹽轉氨酶較不具器官的專一性。Page et al. (1988) 發現持續性的注射氯化琥珀醯膽鹼 (succinyl choline) 和置入靜脈內導尿管 (intravenous catheter placement) 皆會導致血漿中天門冬酸鹽轉氨酶的上升。在系統性的疾病中，若發生菌毒血症造成細胞的壞死，都會使天門冬酸鹽轉氨酶的指數上升 (Campbell, 1996)。在感染皰疹病毒、腎絲球腎炎 (glomerulonephritis)、創傷、口腔炎或關節炎的生病個體中，皆見到天門冬酸鹽轉氨酶的上升 (Wilkinson, 2003)。

5. 氨基丙酸轉氨酶 (alanine aminotransferase, ALT, GPT)

氨基丙酸轉氨酶在肝臟中的活性為最高，在腎臟、心臟、肌肉、胰臟、脾臟、肺臟也都可見到顯著的活性 (沈永紹, 2004)，所以氨基丙酸轉氨酶指數的上升，通常反映了肝臟或肌肉等器官的受損。在爬蟲類體內主要存在於腎臟中 (250 unit/g)，部分則存在於肝臟中 (40 unit/g) (Ramsay and Dotson, 1995)，若從尾巴採血或許會人為性的降低氨基丙酸轉氨酶之值。在 Wilkinson (2003) 的看診紀錄中發現，氨基丙酸轉氨酶在未成熟的動物體內，會比成熟的個體來的高；即使在罹患腎絲球腎炎的陸龜體中，氨基丙酸轉氨酶亦很少劇烈的上升。

6. 鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)

鹼性磷酸酶多存在於腎臟和腸道中，但依血清含量推測，其主要來源應為造骨組織和生殖器官 (Ramsay and Dotson, 1995)。對於爬蟲類鹼性磷酸酶的判讀了解不多，但通常鹼性磷酸酶的上升多與造骨細胞活性增加或是肝膽系統的疾病有關 (Campbell, 1996)。Knotek (2003) 發現患有 POFS (pre-ovulatory follicular stasis) 或是代謝性骨骼疾病 (metabolic bone disease) 的母綠鬣蜥 (*Iguana iguana*)，其血漿中鹼性磷酸酶會比健康的母綠鬣蜥來的低；而在患有代謝性骨骼疾病的豹龜 (*Geochelone Pardalis*) 體內，則可見到鹼性磷酸酶的上升。在 Wilkinson (2003) 的看診紀錄中發現，在未成熟的個體及患有 POFS 的母龜中，有著極高的鹼性磷酸酶含量。此外，樣本溶血、高脂血症及高膽紅素血症皆會造成偽高值。

7. 乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)

乳酸脫氫酶廣泛存在於肝臟、腎臟、骨骼肌和心肌中，在腸道中亦有少量活性，故不具器官專一性。當組織受損時，乳酸脫氫酶的值也會升高，當乳酸脫氫酶的值超過 700 U/l 時，通常與口腔炎、腸道阻塞、泄殖腔脫出 (cloacal prolapse)、結腸切除 (colectomy)、關節炎或腎臟受損等疾病有關 (Wilkinson, 2003)。Page et al. (1988) 發現

持續性的注射氯化琥珀醯膽鹼和置入靜脈內導尿管，皆會導致血漿中乳酸脫氫酶的上升。除此之外，樣本溶血時會造成偽高值。

8. 血糖 (glucose)

Lawrence (1987) 發現溫帶地區的地中海陸龜，其血糖含量有季節性的變化，以四月為最高而冬眠時最低。低血糖可能是由飢餓、營養不良、高蛋白的飲食、肝病、敗血症或內分泌的疾病所引起。而急性緊迫（如：採血）則可能會導致血糖升高；在少數情況下，動物出現持續性的高血糖（ >200 mg/dl）以及糖尿時，可能表示有糖尿病的發生（Frye, 1991），有些會伴隨著胰臟病變的發生，此時主要的臨床病症為缺乏食慾及多飲水。

9. 膽固醇 (cholesterol)

身體內所有組織皆可製造膽固醇，但在肝臟、腎上腺皮質、卵巢、睪丸、腸道上皮細胞等主要組織中，膽固醇的合成量會較高。在爬蟲類，膽固醇的特性包括，繁殖季時雌性體中的膽固醇含量會上升；而溫帶種類在冬眠之前該值會降低（Derikson, 1976）。Jacobson 等人（1991）發現生病的沙漠地鼠陸龜（*Gopherus agassizii*），其體內膽固醇含量會比健康的個體高。血漿中若含有高濃度的膽固醇，則表示血中有多量的極低密度脂蛋白和低密度脂蛋白，可能為內分泌疾病、

嚴重肝病、膽汁鬱滯或腎病等所引發的；若降低則可能為貧血或感染急性傳染病（曾秋隆，2005），過低則有瀕零死亡的可能（Wilkinson, 2003）。

10. 三酸甘油脂（triglycerides）

三酸甘油脂在爬蟲類具有季節及性別上的變化，雌性體中三酸甘油脂的量在繁殖季時會上升，溫帶種類在冬眠之前此值會降低（Derikson, 1976）。高三酸甘油脂症主要為乳糜微粒血症或極低密度脂蛋白的增加，可能是剛進食或由內分泌疾病、肝病、胰病或腎病所引發（沈永紹，2004）。在Wilkinson（2003）的看診紀錄中亦發現，患有脂肪肝的四指陸龜（*Testudo horsfieldi*），其體內的三酸甘油脂值極高（7.15 mmol/l，即 623.9 mg/dl）。另外，雌性沙漠地鼠陸龜體內的三酸甘油脂值，通常會較雄龜高（Christopher et al., 1999）。

11. 尿素氮（urea nitrogen, BUN）

尿素氮，又稱做血中尿素氮。該值的濃度下降，較不具臨床上的意義；濃度上升表示可能有明顯的腎臟疾病、腎前性的氮血症或是飲食中含有高量的尿素。爬蟲類多以尿酸的形式排泄含氮廢物，所以尿素氮濃度並非腎臟疾病的主要檢驗工具（Campbell, 1996）。尿素氮在爬蟲類具有季節及性別上的變化，Gilles-Baillien and Schoffeniels

(1965) 發現赫曼陸龜 (*Testudo hermanni*) 體內的尿素氮濃度，在冬眠結束時的四月為最高 (103 mmol/l, 即 288.5 mg/dl) 而七月為最低 (4 mmol/l, 即 11.2 mg/dl)。在沙漠地鼠陸龜體中，亦發現相同的情形 (Christopher et al., 1994)。在欖蠪龜中則發現，公龜體內尿素氮之值會比母龜高 (Santoro and Meneses, 2007)。

12. 肌氨酸酐 (creatinine)

肌氨酸酐的濃度在爬蟲類中非常低，若濃度升高則表示有嚴重的脫水症狀或腎臟疾病 (Campbell, 1996)。以肌氨酸酐直接作為腎臟功能指標的效果可能不甚理想，但可藉由靜脈內注射，以人為的方式提高血漿中肌氨酸酐的含量，再以肌氨酸酐清除率 (creatinine clearance) 得知腎絲球的過濾功能 (Wilkinson, 2003)。

13. 尿酸 (uric acid)

尿酸及尿酸鹽為陸上爬蟲類排泄含氮廢物的主要形式，而造成血液中尿酸提高的原因為嚴重脫水、腎臟鈣化、嚴重菌血症或敗血症所引發的腎臟疾病、腎毒物的藥性、飲食等 (Campbell, 1996)。尿酸在爬蟲類有季節及性別上的變化，健康的地中海陸龜體內尿酸值於冬眠後達最高值，而夏季時為最低 (Lawrence, 1987)；在欖蠪龜中發現，公龜體內尿酸值會比母龜高 (Santoro and Meneses, 2007)；在綠蠪龜

中，則是母龜及疑似母龜的成龜會有較高的尿酸值 (Hamann et al., 2006)。脂血症會造成偽高值，採血部位的淋巴稀釋則會降低尿酸值 (Wilkinson, 2003)。

第三章 材料方法

本研究分成兩部分進行。第一部分為野生海龜族群血液生化參考值的建立，第二部分為台灣地區收容救護海龜的定期健康檢查，針對其血漿生化值進行分析，並與參考值範圍進行判讀和比較。

第一節 野生海龜族群血液生化參考值的建立

台灣地區野生海龜族群血液生化參考值的建立，實驗對象包括宜蘭縣東澳鄉外海的野生海龜和在澎湖縣望安島及台東縣蘭嶼鄉兩地上岸的產卵母龜。

宜蘭縣東澳鄉粉鳥林漁場外海有一定置網，在定置網架設期間（除夏季，避免颱風破壞而停設）偶有海龜誤入。但因誤入的數量及頻率不定，故採樣期較長，從民國九十六年三月至民國九十七年十一月中。這段期間凡經通報有野生海龜誤入定置網後，於最多三天的時間內前往該地對海龜進行抽血，並紀錄其背甲長、外觀狀況及活力狀態。實驗期間共採集 30 隻綠蠵龜及 12 隻赤蠵龜，經初步的理學評估後，確定臨床上正常的共有 27 隻綠蠵龜及 8 隻赤蠵龜可納入血液生化參考值的範圍。此外，於民國九十七年七月至八月間，至澎湖縣望安島及台東縣蘭嶼鄉收集產卵母龜的血液樣本，並紀錄其背甲長、外觀狀況及活力狀態。經評

估為臨床上正常的產卵母龜共 4 隻。將分別比較野生覓食海龜及產卵海龜其血漿生化值的差異，並一併納入台灣地區野生海龜族群血液生化參考值範圍。

第二節 台灣地區飼養海龜的定期健康檢查

實驗對象為高雄旗津海洋館、澎湖大義宮、澎湖海龜救護收容中心及澎湖水族館所收容飼養的海龜為主。採樣時間自民國九十六年三月底、六月中、九月中、十二月底及九十七年三月中，共五次採樣，分別於一年四季的起始月份中，以少於一個星期的時間對全部海龜進行抽血，並紀錄其背甲長、外觀狀況、生活習性、飲食及活力狀態。實驗期間中，各收容單位共收容救護過 33 隻海龜，其中包括綠蠵龜 24 隻、赤蠵龜 2 隻、玳瑁 6 隻及欖蠵龜 1 隻。有些狀況良好的海龜，在接受完短期照料及經健康檢查判定為正常後即野放。此外，有些海龜為長期收容，故有重複採樣者，將計算其平均值來代表該隻龜的身體狀況。

第三節 實驗材料

1. 外卡卡尺 (圖 3-2-1)
2. Lithium Heparin 真空抗凝管 (BD, Vacutainer[®], USA)
3. 數位式多功能離心機 (HSIANGTAI machinery industry Co., CN-2060, Taiwan)

4. 毛細管用離心機 (HSIANGTAI machinery industry Co., H-240, Taiwan)
5. 濕式血清生化分析儀 (Roche, COBAS MIRAS, Switzerland)
6. 統計軟體: 以 Microsoft Excel 2003 及統計軟體 SPSS 15.0 for Windows 進行統計學的分析。

第四節 實驗方法

1. 海龜基本測量紀錄：使用布尺（最小量測單位至 1 mm）和外卡卡尺測量海龜背甲曲線長寬、背甲直線長寬等和觀察其外觀狀況有無異常；收容的海龜則記錄其生活習性、攝食情形、投餵頻度及食物種類等資料。海龜身體健康檢查的紀錄表詳見附錄一。
2. 抽血：使用酒精棉擦拭欲採血部位，以 10 ml 的無菌注射針筒及 21 G 或 22 G 的針頭自頸靜脈採血共約 6 ml（圖 3-2-2）。將 2 ml 及 4 ml 的血液分別加入兩隻 Lithium-heparin 抗凝管，混合均勻後置於冰桶內保存到取出離心為止（於冰上保存時間最多不會超過兩小時），將裝有 4 ml 血液的抗凝管以 3500 rpm 離心十分鐘後，抽取上層血漿並置於微量離心管（PLASTIBRAND[®]）中以 -20°C 冰箱保存，直到進行血漿生化分析時才取出；另一管則進行血容比的測量。
3. 血容比的測量：血容比是指紅血球在血液中所佔的比例，以玻璃毛

細管接觸並吸取適量血液，一端以黏土封住後，平置於毛細管用離心機以 12000 rpm 離心五分鐘後，配合血容比讀板判讀數值。

4. 血漿生化值分析：將冷凍的血漿自 -20°C 冰箱取出解凍後，以 COBAS 溼式血清生化分析儀對總蛋白質 (total protein)、白蛋白 (albumin)、天門冬酸鹽轉氨酶 (aspartate aminotransferase, AST, GOT)、氨基丙酸轉氨酶 (alanine aminotransferase, ALT, GPT)、乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)、鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)、血糖 (glucose)、膽固醇 (cholesterol)、三酸甘油脂 (triglycerides)、血中尿素氮 (BUN)、肌氨酸酐 (creatinine)、尿酸 (uric acid)、鈣 (calcium)、鎂 (magnesium) 等 14 項生化值進行分析，每次分析血漿樣本時皆對儀器進行校正，並選用 Roche 的品管液進行測試，以確保各個品管項目的測試值皆在原廠要求的範圍內。

各項血漿生化項目測試方法及原理如下：

4-1. 總蛋白質 (total protein, TP)

採用比色法 (colorimetric assay)，以試劑 (blank 試劑 / biuret 試劑) 加入樣本後開始反應，銅離子在鹼性溶液中會與蛋白質上之肽鍵結合，形成紫色 biuret 複合體。Blank 試劑中含酒石酸鉀鈉 (sodium potassium tartrate) 可以避免氫氧化銅 (copper

hydroxide) 的沉澱，而 biuret 試劑中的碘化鉀 (potassium iodide) 可以避免碘的自行氧化反應，蛋白質的濃度和顏色的強度有直接的關係，故測定其比色強度即可得知蛋白質濃度 (Weichselbaum, 1946)。試藥可測定範圍為 0.20 到 15.00 g/dl。

4-2. 白蛋白 (albumin)

採用比色法 (colorimetric assay with endpoint method)，以試劑 (緩衝液 / substrate) 加入樣本後開始反應，在 pH 4.1 下，帶正電的白蛋白會和溴甲酚綠 (bromocresol green, BCG) 結合形成藍綠色複合體反應物 (albumin-BCG complex)，溴甲酚綠為一種帶負電的 sulfonphthalein 染料，它與白蛋白的結合力很強。白蛋白的濃度和顏色的強度有直接的關係，故測定其比色強度即可得知白蛋白之濃度 (Doumas et al., 1971)。試藥可測定範圍為 0.20 到 6.00 g/dl。

4-3. 天門冬酸鹽轉氨酶 (aspartate aminotransferase, AST, GOT)

採用標準化紫外測定法 (UV test according a standardized method)，以試劑 (緩衝液 / 酵素 / 輔酶 / α -ketoglutarate) 加入樣本後開始反應， α -ketoglutarate 與 L-aspartate 反應形成 oxaloacetate 和 L-glutamate，而天門冬酸鹽轉氨酶會催化這個平

衡反應。Oxaloacetate、NADH 和 H^+ 再經蘋果酸脫氫酶 (malate dehydrogenase, MDH) 催化成 L-malate、 NAD^+ ，經比色測出 NADH 的減少量則代表 oxaloacetate 的生成率即為天門冬酸鹽轉氨酶的活性，故可得知其濃度 (Bergmeyer, 1986b)。試藥可測定範圍為 5 到 800 U/l。

4-4. 氨基丙酸轉氨酶 (Alanine aminotransferase, ALT, GPT)

採用標準化紫外測定法 (UV test according a standardized method)，以試劑 (緩衝液 / 酵素 / 輔酶 / α -ketoglutarate) 加入樣本後開始反應，氨基丙酸轉氨酶會催化 α -ketoglutarate 與 L-alanine 反應形成 L-glutamate 和丙酮酸 (pyruvate)，再藉乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH) 將丙酮酸、NADH 和 H^+ 還原成乳酸和 NAD^+ ，故經比色測出 NADH 的減少量則代表丙酮酸的生成率即為氨基丙酸轉氨酶的活性，故可得知其濃度 (Bergmeyer, 1986a)。試藥可測定範圍為 5 到 600 U/l，但因爬蟲類中氨基丙酸轉氨酶值常低於 5 U/l，故調整機器設定使其能顯示低於 5 U/l 之值。

4-5. 乳酸脫氫酶 (lactate dehydrogenase, LDH)

採用紫外測定法 (UV assay)，以試劑 (緩衝液 / 乳酸 / 輔酶)

加入樣本後開始反應，乳酸脫氫酶能催化 L - lactate 轉為丙酮酸，且在過程中 NAD^+ 被還原為 NADH ，而乳酸脫氫酶的活性和 NADH 的生成速率成正比，故利用波長 340 nm 測定 NADH 吸光值的增加量即可得知其濃度 (Van der Heiden et al., 1994)。
試藥可測定範圍為 5 到 1000 U/l。

4-6. 鹼性磷酸酶 (alkaline phosphatase, ALP)

採用標準化比色測定法 (colorimetric assay in accordance with a standardized method)，以試劑 (緩衝液 / 催化劑 / 輔酶) 加入樣本後開始反應，在鎂和鋅離子的存在下，p-nitrophenyl phosphate 會被鹼性磷酸酶分解為磷酸鹽和 p-nitrophenyl，而 p-nitrophenyl 和鹼性磷酸酶的活性成正比，故藉著測量其吸光度，便可算出檢體裏的鹼性磷酸酶的含量 (Tietz et al., 1983)。
試藥可測定範圍為 3 到 1200 U/l。

4-7. 血糖 (Glucose)

採用紫外測定法 (UV test)，以試劑 (緩衝液 / ATP / NADP^+ / hexokinase / G-6-PDH) 加入樣本後開始反應，在 hexokinase 的催化下，葡萄糖和 ATP 反應起加磷酸作用 (phosphorylation) 形成 G-6-P，而 G-6-P 與 NADP^+ 經 G-6-P 脫氫酶氧化後成為

gluconate-6-P 和 NADPH，而 NADPH 的量和葡萄糖的濃度成正比，故藉著測量其吸光度，便可算出檢體內的葡萄糖即血糖之含量 (Schmidt, 1961)。試藥可測定範圍為 2.0 到 750.0 mg/l。

4-8. 膽固醇 (cholesterol)

採用酵素呈色測定法 (enzymatic colorimetric test)，以試劑 (膽固醇試劑) 加入樣本後開始反應，利用膽固醇酯水解酶及膽固醇氧化酶，使膽固醇水解成為游離膽固醇，膽固醇與氧經膽固醇氧化酶作用，產生 cholestenone 和過氧化氫，經 POD-phenol-4-Aminoantiphrine (4-AAP) 的發色法產生紅色，再測其比色便得知膽固醇濃度 (Abell et al., 1958)。試藥可測定範圍為 4 到 800 mg/dl。

4-9. 三酸甘油脂 (triglycerides)

採用酵素呈色測定法 (enzymatic colorimetric test)，以試劑 (緩衝液 / 4-chlorophenol / 酵素) 加入樣本後開始反應，三酸甘油脂和水經脂蛋白脂酶 (lipoprotein lipase) 水解成為甘油，甘油再氧化成為 dihydroxyacetone phosphate 與過氧化氫，最終在過氧化酶的催化下，過氧化氫和 4-chlorophenol 和 4-aminophenazo 反應形成 4- (p-benzophenazone-monoimino) -phenazone、水和氯化氫，

經由測定此紅色染料即可得知三酸甘油脂的濃度 (Trinder, 1969)。試藥可測定範圍為 4.0 到 875.0 mg/dl。

4-10. 尿素氮 (urea nitrogen, BUN)

動態紫外測定法 (Kinetic UV assay)，以試劑 (緩衝液 / NADH / 酵素 / 基質) 加入樣本後開始反應，尿酸酶 (uricase) 將尿素水解成二氧化碳和氨，利用 urease/glutamate dehydrogenase (GLDH) 酵素系統，氨、NADH 和 α -ketoglutarate 反應形成 L-glutamate、 NAD^+ 和水，藉由測定 NADH 吸光值的減少表示 NADH 的消耗，即可測定尿素氮的濃度 (Talke, 1965)。試藥可測定範圍為 5.0 到 400.0 mg/dl。

4-11. 肌酸酐 (creatinine)

比色法 (colorimetric assay)，以試劑 (氫氧化鈉 sodium hydroxide / 苦味酸 picric acid) 加入樣本後開始反應，在鹼性溶液中肌酸酐和苦味酸會形成黃橘色複合物 (creatinine-picric acid complex)，顏色的強度和肌酸酐的濃度成正比，故經由測定此黃橘色複合物即可得知肌酸酐的濃度 (Bartels et al., 1972)。試藥可測定範圍為 0.10 到 20.00 mg/dl。

4-12. 尿酸 (uric acid)

酵素比色法 (enzymatic colorimetric assay)，以試劑 (緩衝液 / 酵素 / TOOS / 4-aminophenazone) 加入樣本後開始反應，尿酸、水和氧在尿酸酶的作用下會反應形成尿囊素 (allantoin)、二氧化碳和過氧化氫；在過氧化酶的作用下，過氧化氫、 H^+ 、TOOS 和 4-aminophenazone 會形成 quinine-diimine dye 和水，故藉由測定 quinine-diimine dye 紅色的強度，就能得知尿酸的濃度 (Siedel, Roche)。試藥可測定範圍為 0.2 到 25.0 mg/dl。

4-13. 鈣 (calcium)

比色測定法 (Colorimetric assay with endpoint determination and sample blank)，先以試劑 (緩衝液) 加入樣本中，再加入試劑 (色原質 chromogen) 加入樣本後開始反應，在鹼性溶液中，鈣與 OCPC 複合物 (o-cresolphthalein complexone) 會產生反應形成紫色複合物 (calcium-o-cresolphthalein complex)，其顏色的強度與鈣的濃度成正比，故經由測定此紫色複合物的強度即可得知鈣的濃度 (Gindler and King, 1972)。試藥可測定範圍為 0.2 到 20.0 mg/dl。

4-14. 鎂 (magnesium)

比色測定法 (colorimetric endpoint method)，以試劑 (緩衝液 /

EGTA / 二甲苯胺藍 xylydyl blue) 加入樣本後開始反應，在鹼性溶液中，鎂會與二甲苯胺藍形成紫色複合物，故經由測定二甲苯胺藍吸光值的減少量，即可得知鎂的濃度 (Mann and Yoe, 1956)。試藥可測定範圍為 0.07 到 4.86 mg/dl。

第五節 統計分析

以統計學的方式進行血液生化參考值的建立，當樣本數目小於 40 個時，以觀察值的最大值和最小值作為參考值範圍是最為恰當的 (Lumsden, 1998)，以 Microsoft Excel 2003 進行敘述性統計，如平均值、標準偏差及範圍。以獨立樣本 T 檢定 (Independent sample T-test) 比較野生正常的海龜族群，在亞成龜與成龜不同體型大小之間、公母龜不同性別之間，並比較產卵母龜及未產卵的母龜其血漿生化值的差異。

將收容綠蠵龜分成患有外傷生病及外觀正常兩組，再加上野生正常綠蠵龜共三組血漿生化值。以 SPSS 15.0 for Windows 的單因子變異數分析 One-way ANOVA 進行分析，再使用 Tukey's Multiple Comparison Test 比較三組間血漿生化值的差異，檢視綠蠵龜於收容與外觀受傷這兩種情況，與各項血檢值的關係。並以 SPSS 15.0 for Windows 的區別函數分析 (Discriminant function analysis) 來比較這三組血漿生化值之間的差距和鑑別度。藉由區別函數分析，可以確定患有嚴重外傷及生病的收容綠蠵

龜(1)、正常收容綠蠓龜(2)與野生正常綠蠓龜(3)之三組，其變數(即血漿生化值)的平均分數間是否有統計上的顯著差異，並預測最能解釋群體之平均分數差異的血檢值項目，並提供將未知族群海龜分類的程序；依據它們在一組預測變數上的分數，將之劃歸到不同的群體(陳正昌等人，2005)。

第四章 結果

第一節 野生海龜族群的基本形質資料

1. 宜蘭縣東澳鄉定置網意外捕獲的海龜

實驗期間在宜蘭縣東澳鄉共採集30隻綠蠵龜（背甲曲線長70到107.3公分）的標本，若以背甲曲線長85公分作為綠蠵龜成熟與否的判別標準（Limpus and Chaloupka, 1997；Hamann et al., 2006），則小於85公分為亞成龜，大於85公分的為成龜。在判別成熟與否之後，再依第二性徵做為成龜公母的區分，若尾長（從腹腔底到尾端）小於25公分者為母龜，大於25公分者為公龜。實驗期間所發現的30隻綠蠵龜中，13隻為性別不詳的亞成龜，13隻為成熟的母龜及4隻成熟的公龜，其體長資料及體長分布見表4-1-1和圖4-1-1。

大部分誤入定置網的綠蠵龜，外觀狀況和活力皆正常，偶見小藤壺及藻類附生。其中有兩隻成熟的母綠蠵龜（背甲曲線為104公分及90.5公分），分別患有眼睛白濁及活力不佳且前肢受傷；另有一隻性別不詳的亞成綠蠵龜（背甲曲線長71.5公分），它的左眼球有嚴重的外傷。

赤蠵龜共採集到12隻（背甲曲線長64到95公分）標本，若以背甲曲線長75公分作為赤蠵龜成熟與否的判別標準（Hatase et al.,

2002)，則小於 75 公分為亞成龜，大於 75 公分的為成龜。在判別成熟與否之後，再依第二性徵做為成龜公母的區分，當尾長小於 25 公分者為母龜，大於 25 公分者為公龜。其中 6 隻為性別不詳的亞成龜，4 隻為成熟的母龜及 2 隻成熟的公龜，其體長資料及體長分佈圖見表 4-1-1 和圖 4-1-2。

大部分誤入定置網的赤蠟龜，外觀狀況和活力皆正常，與綠蠟龜相比，赤蠟龜的背甲及表皮較常見藻類及藤壺的附著。其中有三隻性別不詳的亞成赤蠟龜（背甲曲線長為 72、72 及 72.8 公分）分別有缺少右後肢、缺少左後肢、前鰭狀肢有藤壺附著所造成的傷口和活力不佳等異常現象。

2. 澎湖縣望安島及台東縣蘭嶼鄉產卵的綠蠟龜

在澎湖縣望安島及台東縣蘭嶼鄉兩地，共採集到 4 隻上岸的產卵母綠蠟龜(背甲曲線長 97 到 106 公分)的標本，其體長資料表見 4-1-2，兩地產卵母龜的外觀及活力狀態皆正常。

第二節 野生海龜族群血液生化參考值的建立

1. 野生正常綠蠟龜血液生化參考值的分析

實驗期間所採集的 30 隻綠蠟龜，扣除患有外傷的三隻海龜外，納入參考值範圍建立的綠蠟龜共有 27 隻（背甲曲線長 73.5 到 101 公

分)，依體型大小及性別分成四群來表示；分別為全部樣本、亞成龜、母龜及公龜（表 4-2-1）。不同體型大小的亞成綠蠵龜與成熟綠蠵龜相比，亞成龜的血容比低於成龜（ $p=0.029$ ），天門冬酸鹽轉氨酶則是亞成龜較成龜來的高（ $p=0.004$ ）；而成熟公龜與母龜之間的各個血檢項目，皆無顯著差異存在。

此外，實驗期間共採集到 4 隻產卵母龜（背甲曲線長 97 到 106 公分；表 4-2-2）。利用獨立樣本 T 檢定來比較野生母龜與產卵母龜之間各項血檢值的差異，因為野生母龜與產卵母龜為兩個不同的母群體，生理狀態上也有一定程度上的差異，故假設其變異數不相等。由統計結果得知產卵母龜的血糖（ $p=0.003$ ）、尿素氮（ $p=0.001$ ）和尿酸（ $p=0.001$ ）皆顯著低於野生母龜；而其三酸甘油脂（ $p=0.034$ ）和鎂（ $p=0.033$ ）則顯著高於東澳地區的野生母龜。

將東澳地區的野生正常綠蠵龜及兩地產卵母綠蠵龜一共 31 隻，合併建立台灣地區野生正常綠蠵龜之血液生化參考值的範圍（背甲曲線長 73.5 到 106 公分；表 4-2-3）。為避免海龜產卵狀態的極端值會影響日常的健康評估，故將產卵母龜在統計上有差異的數值剔除，不納入台灣地區野生正常綠蠵龜血液生化參考值的範圍。

2. 野生正常赤蠵龜血液生化參考值的分析

實驗期間所採集的 12 隻赤蠵龜，扣除患有外傷的三隻海龜，另外有一個溶血樣本不予計算外。經評估後納入參考值範圍建立的赤蠵龜共有 8 隻（背甲曲線長 72.3 到 95 公分；見表 4-2-4）。

以不同體型大小的亞成赤蠵龜與成熟赤蠵龜的血漿生化值相比，亞成龜的肌氨酸酐會顯著低於成龜（ $p=0.027$ ）；而成熟赤蠵龜的公母之間，公龜的乳酸脫氫酶會顯著高於母龜（ $p=0.045$ ）。

第三節 台灣地區飼養海龜的定期健康檢查結果

1. 收容救護海龜的基本資料

高雄旗津海洋館、澎湖大義宮、澎湖海龜救護收容中心及澎湖水族館等地，收容飼養的海龜共 33 隻，包括綠蠵龜 24 隻、赤蠵龜 2 隻、玳瑁 6 隻及欖蠵龜 1 隻，其體長資料及體長分佈圖見表 4-3-1 和圖 4-3-1。在澎湖地區收容救護的綠蠵龜，大多為青少龜（juvenile green turtles）（背甲曲線長 30.6-65.6 公分），成熟的母龜次之（圖 4-3-2）。

短期救護的海龜大多為誤入漁網、漂浮於海面或擱淺於沿岸經民眾通報後，送至澎湖海龜救護收容中心接受收容，其外觀及活力狀況大多正常、有的則患有輕微外傷及藤壺附生，這些受傷程度輕微的海龜經過健康檢查、獸醫師及收容單位的評估後，經判定其生理狀態正

常且適合野放者，則早日野放以避免過度滯留；除此之外，偶爾亦有受傷程度較嚴重，像是漂浮於水面或傾斜等游泳行為異常及活力衰弱不進食的海龜案例，這些海龜則需要較長時間的人工照料，再視其復原狀態後，決定是否野放或是需要進行長期的收容；收容中心及水族館中長期收容的海龜大多已達兩年以上，有的甚至長達二十年之久，其外觀有的斷肢、有的曾患有腫瘤增生物、或患有互咬所造成的外傷，這些海龜經過長期飼養後對人類已有一定程度的親近與依賴，或是生理條件已經無法獨立生活，若是野放回大海，可能會造成海龜的不適應甚至無法存活，所以需要長期的收容和人為照料。

收容海龜接受健康檢查的次數會受海龜生理狀態、收容救護期間的長短及收容單位配合健康檢查頻率的可行性而有所差異。在本研究中有 10 隻綠蠵龜僅接受過一次健康檢查，其體長資料及血液生化值以單隻單次呈現；其他接受過兩次以上健康檢查的海龜，其體長資料及血液生化值則以平均值代表該隻海龜的生理狀態，以便進行統計分析。

2. 收容救護海龜血液生化值的分析

本部分研究的目的為，了解收容海龜大致的健康情況和血漿生化值在收容環境中的特性，或是當收容個體患有外傷或是臨床上生病

時，其血漿生化值與一般收容海龜的差異，故在此不討論收容個案的病例研究。各種類收容救護海龜的血液生化值範圍見表 4-3-2。利用本研究所建立的血漿生化參考值範圍（表 4-2-3 和表 4-2-4），作為收容綠蠵龜及赤蠵龜血檢值的分析標準。而玳瑁因現存數量稀少，目前國內外皆無參考值範圍文獻，故先暫以綠蠵龜的參考值範圍做比對。欖蠵龜則以 Santoro and Meneses 在 2007 所發表的野外成熟欖蠵龜之血液生化研究值，作為參考值範圍的來源（附錄三）。

為了瞭解收容海龜血檢值的異常狀態，將收容海龜的血漿生化值與參考值相比，若收容海龜該項血檢值低於或高於參考值範圍時則視為異常，再計算出異常的海龜數目（n）占該項有效樣本數（N）之百分比 $[(n/N) \times 100\%]$ ，則可得出收容海龜在該項檢驗值的異常率，結果顯示於圖 4-3-3。其中異常比例過半的項目包括血中尿素氮（81%）、白蛋白及球蛋白比（61%）和白蛋白（54.8%）；其他項目如三酸甘油酯（31.3%）、天門冬酸鹽轉氨酶（25%）、球蛋白（16.1%）、乳酸脫氫酶（15.6%），皆可見異常但較不普遍。

將患有嚴重外傷及生病的收容綠蠵龜（1）、正常收容綠蠵龜（2）與野生正常綠蠵龜的參考值範圍（3）三組血漿生化數據，先以 One-way ANOVA 進行分析，比較各組之間各項檢驗值是否有顯著的差異，再使用 Tukey test 進一步的比較各組間是否有差異存在。結果發現白蛋

白、白蛋白及球蛋白比、天門冬酸鹽轉氨酶、乳酸脫氫酶、鎂和尿素氮等血檢項目在三組間皆有差異存在 ($p < 0.05$)，而乳酸脫氫酶雖有顯著差異存在 ($p = 0.020$)，但 Tukey test 的結果在 1:2、1:3 和 2:3 各組間均沒有顯著的差異 (p 值分別為 0.659、0.067 和 0.068)。其他項目如白蛋白、天門冬酸鹽轉氨酶、鎂和尿素氮，在收容的綠蠓龜與野生正常綠蠓龜間有顯著的差異存在 (p 值分別為 0.000、0.008、0.007 和 0.000)；而白蛋白及球蛋白比在患有嚴重外傷及生病的收容綠蠓龜與外觀正常的收容綠蠓龜之間有顯著的差異 ($p = 0.000$)。各組間血漿生化值數據見表 4-3-3，One-way ANOVA 及 Tukey test 分析的結果見表 4-3-4。

將患有嚴重外傷及生病的收容綠蠓龜 (1)、正常收容綠蠓龜 (2) 與野生正常綠蠓龜 (3) 的參考值範圍之三組血漿生化數據，以區別函數分析來比較三組綠蠓龜其血漿生化值之差距。區別函數分析後共篩選出兩組公式，其鑑別度 (Eigenvalues) 分別為 2.792 及 0.479 (表 4-3-5)；顯著性檢定 (Wilks' Lambda) 的 P 值分別為小於 0.001 及 0.198 (表 4-3-6)。Function 1 主要受白蛋白、尿素氮、鎂和乳酸脫氫酶等血檢值所影響 (各項系數詳見表 4-3-7)，其變異數百分比達 85.4%，表示血漿生化值經由 Function 1 的轉換後計算，能有效地預測該血檢值屬於收容或是野生的綠蠓龜；而 Function 2 主要影響因子為白蛋白

及球蛋白比、天門冬酸鹽轉氨酶、鈣、血糖和膽固醇等血檢項目，其變異數百分比為 14.6%，但 Function 2 的解釋力不高，僅能將收容海龜中生病的個體與正常的個體間做部分的區分（圖 4-3-4）。

第五章 討論

第一節 野生海龜族群的基本資料

台灣東部近礁海域為綠蠵龜的攝食棲息地 (Cheng and Chen, 1997)，本實驗中所採樣的綠蠵龜大多為成熟母龜及亞成龜，體型皆已達70公分以上，表示東澳地區海域應為成熟綠蠵龜的近礁底棲棲息地之一。而赤蠵龜誤捕數量較綠蠵龜少，可能代表此海域的赤蠵龜數量較少，或是非其主要的攝食棲息地，成熟赤蠵龜可能利用台灣東部沿海作為洄游過程的暫時棲所 (Cheng and Chen, 1997 ; Kobayashi et al., 2008)。

在宜蘭縣東澳鄉採集到 30 隻綠蠵龜中，有 2 隻母龜及 1 隻亞成龜外觀上不正常。其中一隻母龜 (背甲曲線長 104 公分) 患有眼睛白濁，可能會造成視力退化，甚至增加攝食的困難度。另一隻母龜則活力不佳且前肢受傷，擦傷處位於表面且鱗片有輕微的磨損。此傷口與 Norem (2005) 所提出海龜社交行為 (social interactions) 所造成的傷口類似。海龜社交行為造成的傷口有四類：第一類，母龜脖子上的環狀咬痕；第二類，公龜為進行交配造成其四肢的邊緣患有整齊的傷口；第三類，公龜腹甲上的對稱磨傷；第四類，母龜前肢上的平整傷疤或損傷 (Norem, 2005)。另有一隻性別不詳的亞成龜 (背甲曲線長 71.5 公分)，它的左眼球嚴重突出且玻璃體流出 (圖 5-1-1)，受傷成因不詳。由於患處已為舊

傷但復原情況不佳，在宜蘭縣政府和基隆市政府的許可之下，我們先將海龜送至台北市立動物園，經獸醫師評估後認為該眼已失去功能且無法復原，為海龜進行眼球摘除手術並縫合眼瞼（圖 5-1-2）。手術後短暫收容於海洋大學，接受藥物治療及營養補給，傷口復原後就近於基隆市外木山沙灘野放回大海（圖 5-1-3）。

赤蠟龜共採集到12隻，其中有2隻性別不詳的亞成龜（背甲曲線長皆為72公分）；分別缺少右後肢和左後肢。Norem（2005）將斷肢依缺少的比例做分類，如少於一半（<50%）、一半（50%）、超過一半（51-80%）和整隻（81-100%）。在本研究中兩個案例的斷肢程度分別為少於一半及超過一半。另外1隻性別不詳的亞成龜（背甲曲線長72.8公分），其活力不佳，且前肢肘有藤壺附著所造成的傷口（圖5-1-4）。一般來說，藤壺會附著在海龜背甲的前側緣盾（the anterior marginal scutes）和後半部（Caine, 1986）。但有些種類的大海龜藤壺，如 *Platylepas decorata*、*Platylepas hexastylus* 和 *Stomatolepas elegans* 則會附著在海龜的脖子、四肢和尾巴等軟組織上，有些品種的藤壺會穿透宿主的表皮，並利用鉤構造（anchoring device）深入結締組織並造成較深的傷口，如同本研究中所見案例；有些品種的藤壺（*Platylepas decorate*）雖不具有鉤構造，而以鈍頭刺（blunt-tipped prongs）穿透宿主的淺層表皮，利用宿主傷口角質化的過程將其包覆其中，這種藤壺較易剝除，對宿主造成的傷口也比較淺

(Bugoni et al., 2001 ; Zardus and Balazs, 2007)。

而澎湖縣望安島及台東縣蘭嶼鄉兩地的產卵母龜，其外觀及活力狀態皆正常。此外在本實驗中，皆無發現患有纖維狀乳突瘤的海龜，表示此流行病在台灣附近海域的海龜棲息地尚未爆發，也有可能是實驗中觀測值不夠大到足以代表整個棲息地的族群。然而，本實驗的目的並非纖維狀乳突瘤的疾病調查，而是建立正常海龜的血漿生化參考值範圍。未來，若要進行纖維狀乳突瘤等流行病學的研究，應再增加樣本數量和擴大調查區域。

第二節 野生海龜族群的血液生化參考值

1. 野生正常綠蠵龜的血液生化參考值

本實驗中亞成綠蠵龜的血容比低於成龜，Frair (1977) 和 Wood and Ebanks (1984) 的海龜研究中，也發現血容比的數值和體型或年齡有顯著的相關性。Bolten and Bjorndal (1992b) 則發現血容比和體型大小沒有相關，而該實驗中綠蠵龜的直線背甲長範圍為 24.8-66.9 公分，其體型屬於青少年 (juvenile) 與亞成龜 (subadult) 之間。亞成綠蠵龜的天門冬酸鹽轉氨酶較成龜來的高，一般來說，天门冬酸鹽轉氨酶的升高與肌肉或是肝臟的受損有關，Whiting 等人 (2007) 在臨床上不正常的綠蠵龜也有見到天门冬酸鹽轉氨酶較高的現象。然而

本實驗天門冬酸鹽轉氨酶的數值皆在 Ashmore reef、Fog bay、the Gulf of Carpentaria 等澳洲的參考值範圍內，見附錄三（Hamann et al., 2006；Whiting et al., 2007）。此外 Anderson 等人（1996）發現新幾內亞鱷龜（*Euseya novaeguinea*）在高溫環境下，血漿中天門冬酸鹽轉氨酶的值也較高，這表示採樣的季節有可能影響天門冬酸鹽轉氨酶的值。故有可能是我們採樣時間為全年，而較多的亞成龜樣本是在春季末及秋季時所收集的，進而造成此一現象。

而成熟公龜與母龜之間各個血檢項目皆無顯著差異存在，可能與採樣對象並非處於產卵時期有關。母龜會因生殖期的排卵行為導致血漿中生化值諸多變異，以欖蠟龜為例，Santoro and Meneses（2007）發現產卵母龜與生殖期公龜血漿中的白蛋白、鈣、膽固醇、三酸甘油脂、鎂、尿酸和血中尿素氮等項目皆有顯著的差異；而青少年及亞成綠蠟龜之間的性別差異，除血漿中的膽固醇外，皆無顯著相關性存在（Bolten and Bjorndal, 1992b）。

為了解產卵行為會對母龜的血漿生化值所造成的影響，本研究將產卵母綠蠟龜和未產卵的母綠蠟龜相比得知，產卵母龜的血糖、尿素氮和尿酸值皆顯著低於未產卵的母龜；而三酸甘油脂和鎂則反之。產卵母龜在產卵季前會累積足夠的營養，以利於加速生殖腺的發展，等到產卵季及產卵間期時，產卵母龜的攝食量則會減少，甚至是禁食

(Owen, 1980)，未產卵母龜血漿中的血糖較高則應與攝食狀態有關，Deem 等人 (2009) 於赤蠵龜的研究中也得到相似的結果，她們發現攝食場的海龜其血糖含量會高於禁食的產卵母龜及擱淺的瘦弱海龜，且產卵母龜血漿中尿素氮的濃度為三者當中的最低值，推論為攝食狀態之差異所引起。尿素氮濃度的升高和高蛋白飲食或是肌肉組織的分解有關 (Lawrence, 1987)，或當海龜的食物中含有較高的蛋白質時，其體內尿素氮的濃度亦會較高 (Whiting et al., 2007)。而 Maixner 等人 (1987) 發現飼養環境中的爬蟲類，在進食後其血清中的尿酸會增加。此外，鍾承澍 (2003) 在斑龜的研究中發現，未抱蛋雌龜的尿素氮及尿酸較抱蛋雌龜來的高。故產卵行為及產卵行為所引起的攝食習慣差異，應為未產卵母龜及產卵母龜血漿中的血糖、尿素氮和尿酸有顯著差異的主因。

產卵母龜的排卵行為及卵生成作用與血漿中的鈣、膽固醇及三酸甘油脂的升高有關 (Christopher et al., 1999; Hamann et al., 2002)。而本實驗中，僅發現產卵母龜的三酸甘油脂顯著高於未產卵的母龜，與三酸甘油脂有密切關係的膽固醇在統計中雖無顯著差異，但從表 4-2-2 得知，產卵母龜的平均值 (299.8 ± 18.8 mg/dl) 會高於未產卵的母龜 (191.5 ± 110.9 mg/dl)，可能與樣本數大小及個體差異有關。Santoro and Meneses (2007) 在欖蠵龜的研究中發現，產卵母龜血漿中的鎂值

會顯著高於同為生殖週期的公龜，並推測鎂可能參與卵的生成而導致其濃度低於公龜。然而本研究結果發現產卵母龜血漿中鎂的濃度較未產卵母龜來的高，亦高於野生公龜。血漿中鎂的濃度會受到食物組成的影響，以南美洲短吻鱷和眼鏡凱門鱷 (*Caiman latirostris and Caiman yacare*) 為例，飼養在動物園的鱷魚其血清中的鈣、無機磷、銅、鈉和鎂等離子濃度皆比飼養在繁殖場的鱷魚來的低，這表示血清中的離子濃度可以作為食物中礦物質含量缺乏與否的指標 (Coppo et al., 2006)。卵黃中的鎂在胚胎發育的過程中扮演重要的角色 (Packard and Packard, 1989)，如此需要可能導致產卵母龜會比平常時攝取更多的營養及礦物質，而反映在血漿中鎂的較高濃度上。

2. 野生正常赤蠍龜的血液生化參考值

在體型大小的差異上，本研究發現亞成龜血漿中肌氨酸酐的濃度會低於成龜。爬蟲類體內的肌氨酸酐濃度是非常低的，當濃度升高時通常代表動物患有嚴重的脫水或是腎臟疾病 (Campbell, 1996)。然而，本研究野生赤蠍龜血漿中肌氨酸酐的範圍和於美國喬治亞州海岸棲息的赤蠍龜相似，見附錄四 (Deem et al., 2009)，表示可以排除東澳地區的赤蠍龜患有脫水或是腎臟疾病的可能性。

而成熟赤蠍龜，性別之間的主要差異為：公龜血漿中乳酸脫氫酶的

濃度會高於母龜。當組織受損時，動物體內乳酸脫氫酶的濃度會升高 (> 700 U/L)，通常與口腔炎、腸道阻塞、泄殖腔脫出 (cloacal prolapse)、結腸切除 (colectomy)、關節炎或腎臟受損等疾病有關 (Wilkinson, 2003)。而東澳地區赤蠟龜血漿中乳酸脫氫酶的濃度皆正常，並與日本地區的青少赤蠟龜乳酸脫氫酶的範圍相似 (Kakizoe et al., 2007)，與喬治亞州海岸棲息的赤蠟龜相比，亦皆在 Deem 等人 (2009) 所建立的範圍內，故可排除疾病的影響。

然而，本研究所收集到的赤蠟龜樣本數較小和個體之間的變異等原因，皆有可能對統計檢驗力造成影響，若要確定肌氨酸酐的濃度是否會隨著體型增大而增加或是乳酸脫氫酶與公母之間的關係，皆需要長期收集更多的樣本才能有更明確的答案。

第三節 台灣地區飼養海龜的定期健康檢查

收容海龜中以綠蠟龜的數量為最多、其次為玳瑁、偶見赤蠟龜和欖蠟龜，收容海龜的數量頻度也反映了它們在台灣附近海域族群數量上的差異。在澎湖地區接受收容救護的綠蠟龜，大多為青少龜，成熟的母龜則次之，這表示澎湖群島的近礁可能具有數個亞族群 (subgroup) 棲息地，然而其詳細的族群結構和親緣關係，仍需要進一步的基因分析做為佐證。在記錄資料中，有兩隻綠蠟龜具有多次收容記錄，野放之後再度被

捕獲或混獲的地點皆與先前相同（澎湖水試所紀錄，未發表），這樣固定棲息於某特定海域的習性，或許也反映了澎湖群島近礁綠蠵龜棲息地的狀態可能很穩定。

1. 收容救護海龜的血液生化值

收容海龜血漿生化值中，異常比例最高的項目為血中尿素氮（81.3%）、白蛋白及球蛋白比（61.3%）和白蛋白（51.6%）。血漿中的蛋白質會受到動物的營養狀態所影響，在攝食量大時會增加，禁食後則會降低（Masat and Musacchia, 1965）。而尿素氮，並非檢測海龜是否患有腎臟疾病的良好指標，反而較能反映其營養狀態和蛋白質的代謝（Keller et al., 2004）。當海龜的食物中含有較高的蛋白質時，其體內血中尿素氮的濃度亦會較高（Whiting et al., 2007）。收容海龜的食物種類主要包括鯖魚、丁香等魚類，並搭配高麗菜、蘋果及石蓴等投餵；而於野外攝食的海龜，其食物來源不如收容海龜來的穩定，食物中蛋白質的含量亦較低。故推測收容海龜的血中尿素氮、白蛋白及球蛋白比和白蛋白等值的異常，應為食物及營養狀態的差異所造成。

在本研究中亦觀察到一現象；海龜在剛入館收容時，血漿中尿素氮的濃度多為正常或稍低，經過一段時間（收容約三個月）進行體檢時，血中尿素氮的濃度已有明顯的增加，而當再次體檢時（收容約六

個月)，甚至會超過參考值範圍。這表示可以利用尿素氮做為澎湖地區收容海龜之營養狀態的指標項目；當收容海龜，尤其是在野外多以海藻為主食的綠蠵龜，血中尿素氮值過高時，則表示可能營養過量，需適時的調整食物種類及投餵量，避免長期的過量營養而導致脂肪肝或其他肝臟及腎臟疾病（Norton et al., 1990；Swimmer, 2000）。

2. 收容與野生綠蠵龜血漿生化值的差異

由血漿生化值的分析指出，台灣地區收容和野生綠蠵龜有許多的不同之處，如收容海龜具有較高的白蛋白、天門冬胺酸轉氨酶和血中尿素氮；野生海龜血漿中鎂的濃度比收容海龜來的高。收容環境提供了高蛋白的營養來源和充足的食物量，應為導致收容海龜血漿中白蛋白和血中尿素氮較高的主因。國外文獻指出飼養在邁阿密海洋館（Varela, 1997）和加州海洋世界（Swimmer, 2000）的健康收容海龜，其血漿中蛋白質含量都較高，與本實驗結果相似；但若持續性的過度餵食，會導致飼養環境中的爬蟲類患有脂質運送和蛋白質分解方面的代謝異常，而引起血漿中三酸甘油脂升高（Frye, 1981），或是血漿中尿酸濃度上升（Maixner, 1987）。Maixner（1987）發現患有痛風的草原巨蜥，以高蛋白食物飼養四周後，血漿中尿酸濃度會顯著的升高，從 24.8 mg/dl 到 206.0 mg/dl（測量時間皆為投餵後一天）。然而，在

本研究中未見到收容綠蠵龜尿酸濃度顯著的升高，可能是因為海龜體內尿酸濃度較低（0.5-2.5 mg/dl），且其主要含氮廢物的排泄形式除了尿酸外，還包括尿素氮和氨氮，故尿酸濃度變動較不顯著（Khalil, 1947；Moyle, 1949；Campbell, 2004）。但若於收容環境飼養多年後，綠蠵龜亦可能具有較高的尿酸值（Swimmer, 2002）。

本研究中發現收容的海龜具有較高的天門冬胺酸轉氨酶，且外觀受傷的海龜與臨床上正常的海龜之間沒有顯著的差異。一般來說，酵素從細胞釋放到血液中主要有兩種原因：細胞缺氧時酵素會從自細胞中滲透到血液中，而細胞仍維持正常的功能，且無病理組織學的改變；但在炎症、壞死、退化或變性時，細胞會受損而釋放出酵素（曾秋隆，2005）。許多文獻指出感染纖維狀乳突瘤的海龜，血漿中天門冬胺酸轉氨酶的濃度會較高（Norton et al., 1990；Varela, 1997）。此外，患有慢性上呼吸道疾病（URTD, chronic upper respiratory tract disease）的沙漠陸龜（*Xerobates agassizii*），也具有較高的天門冬胺酸轉氨酶（Jacobson et al., 1991）；而Swimmer（2000）發現，無論海龜來自野生族群還是收容環境，有感染及無感染纖維狀乳突瘤的海龜，其體內天門冬胺酸轉氨酶的濃度都很相似。然而，由前人研究結果得知，天門冬胺酸轉氨酶與疾病的關係仍不明朗，故需要更多的標本才能更精確的進行評估。

野生海龜血漿中鎂的濃度會高於收容海龜，而血清中的離子濃度可作為食物中礦物質含量缺乏與否的指標 (Coppo et al., 2006)。雖然收容海龜的食物來源較穩定，但種類單一且變化較少；反之，在野外覓食的個體可從食物中獲得必需胺基酸、脂質、維他命、礦物質和微量元素 (Frye, 1986)。為了避免營養失調，收容單位可增加投餵種類及額外補充維他命和礦物質等元素。

3. 生病及臨床上正常的收容綠蠵龜其血漿生化值的差異

患有外傷及生病的收容海龜，只有白蛋白及球蛋白比會顯著高於臨床上正常的收容海龜，這表示生病海龜具有較高的白蛋白和較低的球蛋白濃度。在某些案例中，動物若患有貧血、營養失調、腸胃道寄生蟲和腸炎等疾病或是淋巴稀釋，都會導致血漿中白蛋白濃度降低，但也有些患有脂肪肝的個體，其血漿中白蛋白濃度正常；若白蛋白濃度升高則表示動物患有脫水 (Wilkinson, 2003)。而球蛋白的濃度反映了身體的免疫狀態，受到慢性感染時球蛋白會上升 (Campbell, 2004)。感染纖維狀乳突瘤的海龜，其白蛋白及球蛋白比較低，有時是因為兩種蛋白質的濃度皆降低或是球蛋白濃度的升高所致 (Varela, 1997)。相反地，嚴重感染腫瘤的夏威夷海龜，體內球蛋白的濃度卻降低，應為免疫抑制作用 (immunosuppression) 所造成的 (Work et al.,

2001)。除此之外，球蛋白的量與緊迫反應有關，尤其是與皮質醇結合的球蛋白（CBG, corticosteroid-binding globulin）在動物受到緊迫時，其量會降低。球蛋白的降低使得自由皮質醇的含量升高，而自由皮質醇能對緊迫動員出較強的反應機制（Breuner et al., 2006）。故收容環境所造成的緊迫，可能也是造成收容綠蠵龜球蛋白較低的原因。因此推測，這些生病海龜具有較高的白蛋白，可能為脫水所造成的；而免疫抑制作用及緊迫則導致球蛋白下降，使得其白蛋白及球蛋白比較高。

4. 區別函數分析

由區別函數的結果得知，Function 1 可將收容與野生綠蠵龜大致分群（85.4%），這也表示可以利用血漿生化值來預測海龜個體為收容或是屬於野生族群。Function 1 的主要影響因子和先前 ANOVA 的分析結果相似，其中包括血漿中的蛋白質、乳酸脫氫酶、鎂和尿素氮等項目，除了乳酸脫氫酶，其他血檢項目皆與動物個體的營養狀態有密切的關係。因此，當為收容海龜進行健康評估時，需要特別注意這些項目，在進行血檢值的判讀時，或許亦可以適度地調整這些血檢項目的參考範圍，避免將收容環境對血漿生化值的影響誤判為疾病。尤其是長期收容的海龜，其血漿生化值的定期檢測更是重要，其血漿生化

值的變異與短期收容的海龜亦不盡相同，Swimmer (2002) 的研究發現野生海龜具有較高的皮質酮、乳酸、三酸甘油脂、血糖和鈣；而長期收容海龜（收容三年以上）的尿酸則會較高。

而 Function 2 僅能將收容海龜中生病的個體與正常的個體做一部分的區分（14.6 %），對生病與臨床上正常的海龜區分效果則不佳，Function 2 的主要影響因子包括白蛋白及球蛋白比、天門冬胺酸轉氨酶、鈣、血糖、膽固醇、尿酸、鹼性磷酸酶、肌酐胺酸和三酸甘油脂等項目，除了白蛋白及球蛋白比在 ANOVA 統計有差異外，其他項目皆不顯著。Swimmer (2002) 的研究中，對有感染及無感染纖維狀乳突瘤的海龜，以 ANOVA 分析其血漿生化值，但無顯著差異存在；然而以區別函數分析其鑑別率可達 89%。因此，Swimmer (2002) 認為，雖然造成此差異的原因仍不明確，感染纖維狀乳突瘤確實會造成海龜的血漿生化值有差異存在。而本研究中是以外觀狀態將海龜分組，再比較兩組之間血液生化值的差異，可能外觀正常的收容海龜，亦患有其他疾病或是處於疾病的潛伏期，這也再次印證不能只依賴外觀的正常與否，來判定收容海龜的生理狀態，需進行血液生化的分析以及其他實驗室的檢驗，如糞檢、寄生蟲、細胞學檢驗、放射線學或是超音波檢查等，才能對收容海龜的健康狀態進行更確實的評估。

第六章 結論

本研究建立了台灣地區野生正常綠蠵龜及赤蠵龜血漿生化的參考值範圍，其中也包括產卵母綠蠵龜血漿生化值的分析，這些參考值範圍可以提供臨床工作者及海龜生物學家做為評估台灣地區海龜健康狀態的標準。在體型大小與血漿生化值的關係，發現血容比和肌胺酸酐等項目會隨著體型的增大而增加，而天門冬胺酸轉氨酶則有隨著體型變大而減少的趨勢；在不同性別之間乳酸脫氫酶的值在公龜比較高；產卵行為會對血糖、三酸甘油脂、鎂、尿素氮和尿酸等值造成影響，與禁食行為和卵形成有關。

另一方面，將所建立的參考值範圍應用在收容海龜的健康檢查上，發現收容海龜的白蛋白、白蛋白及球蛋白比和尿素氮為血檢值中異常率最高的項目，這樣的異常主要是受收容環境的食物種類影響，亦反映了海龜的營養狀態。在針對收容數量最多的綠蠵龜做進一步的分析，發現收容與野生綠蠵龜在白蛋白、尿素氮、鎂和天門冬胺酸轉氨酶等血檢項目，有顯著的差異存在，主要也是受收容環境食物種類和海龜的營養狀態所影響。經由統計分析的結果得知，我們所建立的參考值是可以應用在海龜的健康評估上的，也可以利用血檢值來區別海龜是否受到收容的影響。

藉由收容海龜血漿生化值的研究，可以提供臨床工作者及收容救護單位一些飼養管理上的建議，像是增加供應食物的種類、增加海藻或石蓴投餵量的比例、利用健檢避免過度滯留，這樣都可以避免收容行為對海龜造成負面的影響，並更加了解收容海龜的健康狀態。

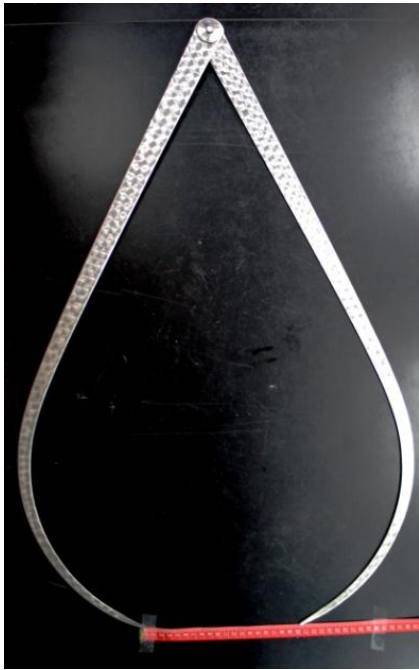


圖 3-2-1: 外卡卡尺



圖 3-2-2: 自頸靜脈採血

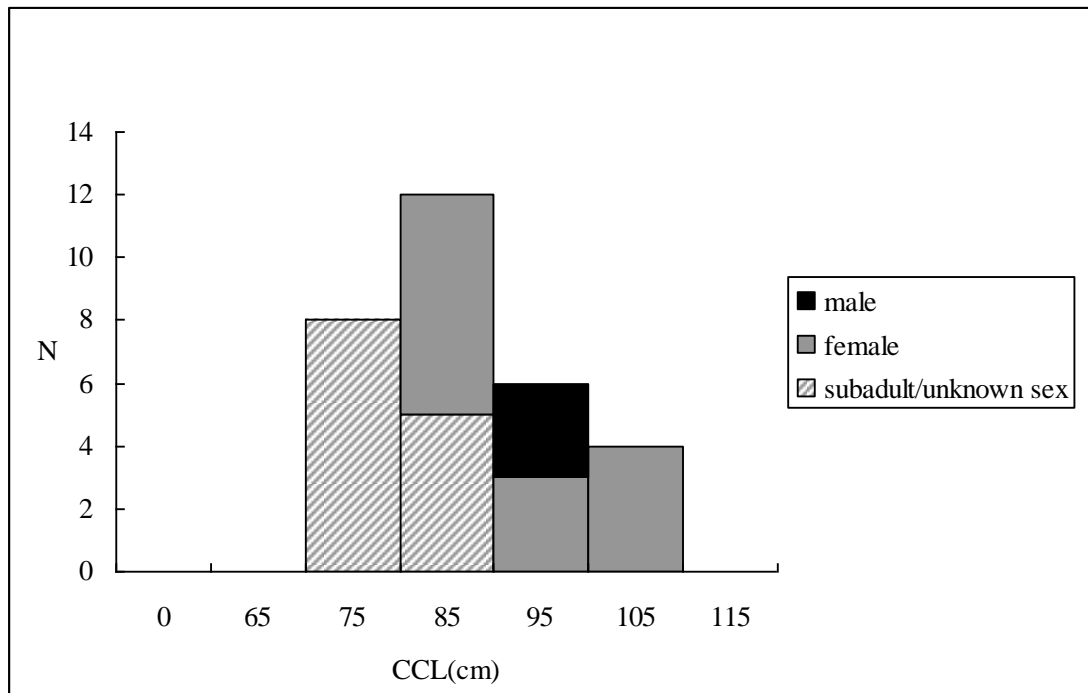


圖 4-1-1. 野生綠蠵龜體長分布圖(n=30)

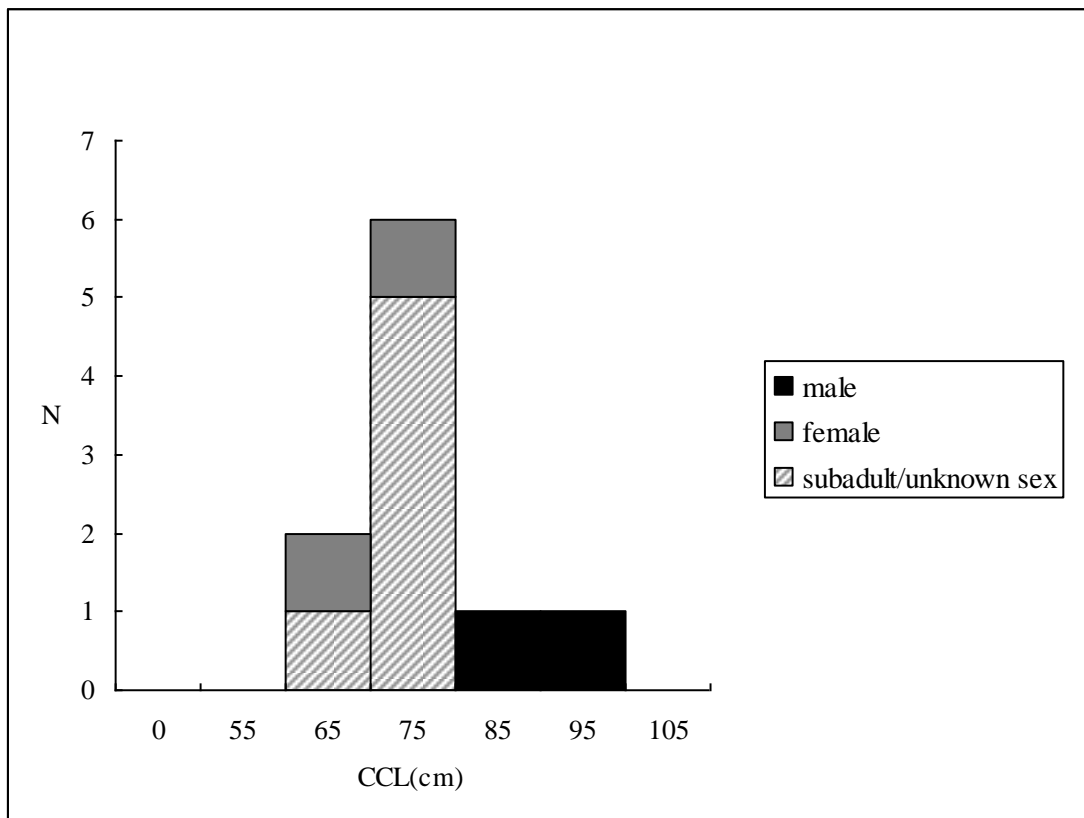


圖 4-1-2. 野生赤蠵龜體長分布圖(n=12)

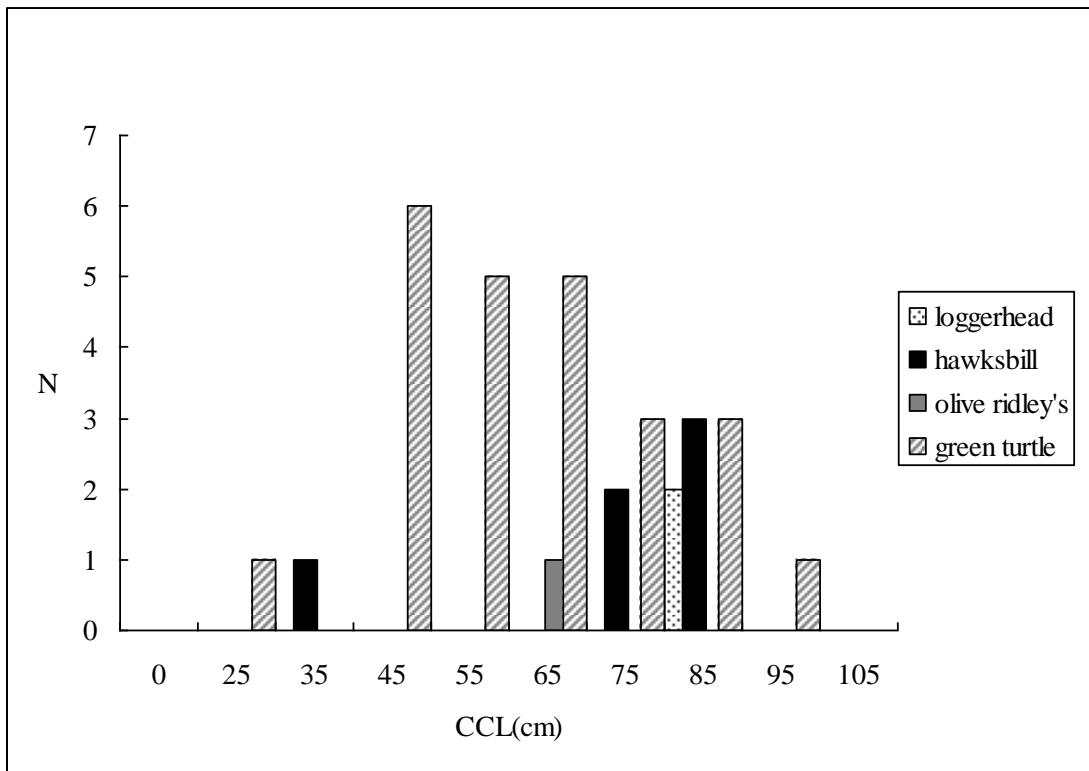


圖 4-3-1. 收容海龜體長分布圖(n=13)

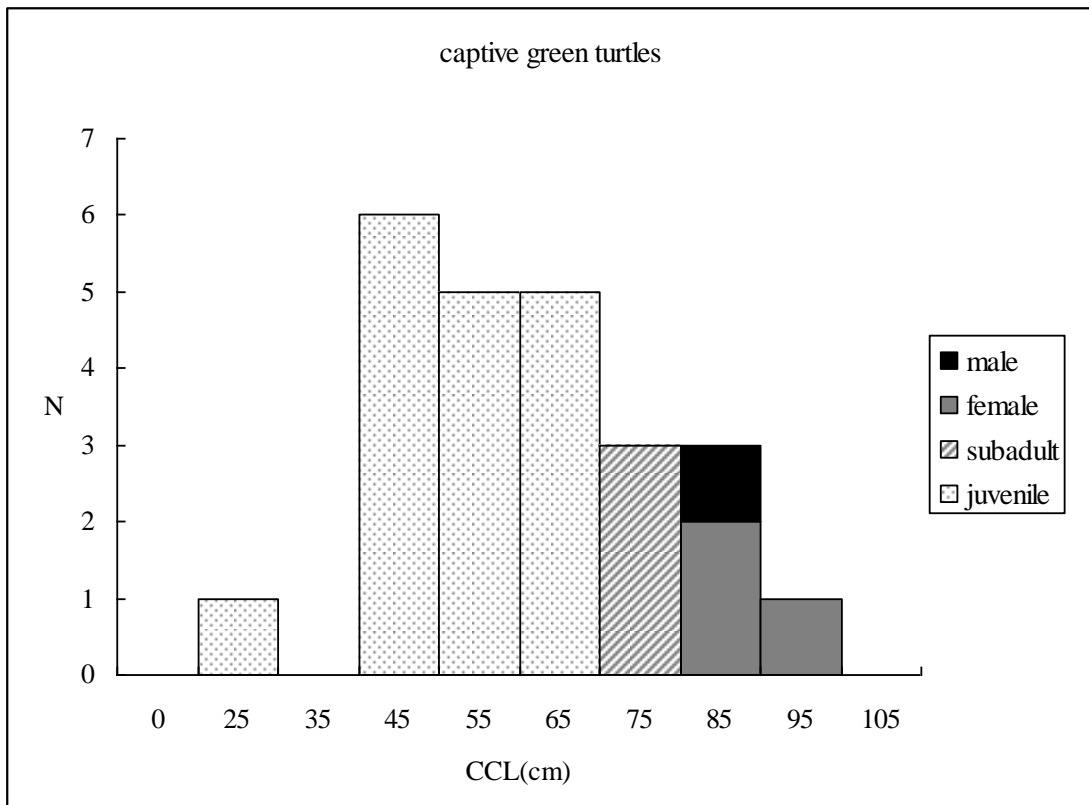


圖 4-3-2. 收容綠蠵龜體長分布圖(n=24)

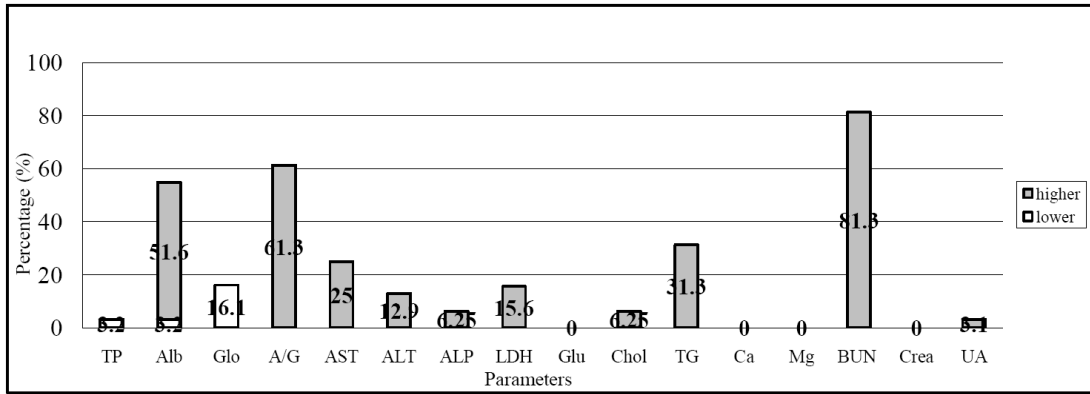


圖 4-3-3. 各種類收容海龜中各項血檢值異常的比例圖

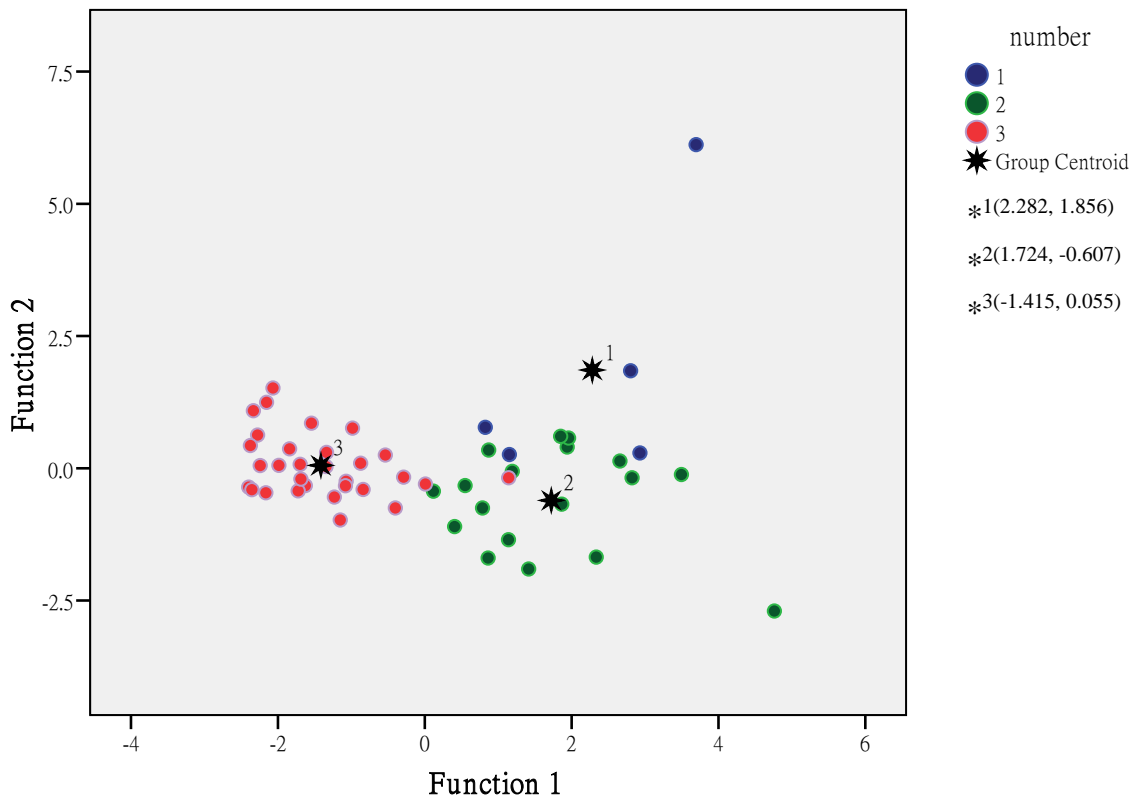


圖 4-3-4. 生病收容綠蠓龜、正常收容綠蠓龜與野生正常綠蠓龜三組的區別函數距離圖 (分組: 1=生病收容綠蠓龜, 2=正常收容綠蠓龜 及 3=野生正常綠蠓龜)



圖5-1-1 患有外傷之綠蠵龜-左眼眼球外露凸出



圖5-1-2 手術後(將傷口縫合)



圖5-1-3 於基隆外木山沙灘野放



圖5-1-4 赤蠵龜前肢的藤壺附著

表 4-1-1. 野生綠蠐龜及赤蠐龜背甲曲線長(公分)的體長資料

<i>Chelonia mydas</i>	Sub/us	F	M
Mean (SD)	77.6 (4.48)	93.64 (7.53)	94 (4.40)
Range	70-83.5	86-107.3	89-99
N	13	13	4
<i>Caretta caretta</i>			
Mean (SD)	71.05 (3.49)	98 (4.40)	99 (4.40)
Range	64-73.2	89-103	89-104
N	6	4	2

Subadult/unknown sex = sub/us ; adult female = F ; adult male = M

表 4-1-2. 產卵綠蠐龜背甲曲線長(公分)的體長資料

	望安 (n=1)	蘭嶼 (n=3)	
CCL (cm)	101.5	97	97.2 106

表 4-2-1. 宜蘭東澳地區野生正常綠蠵龜血漿生化參考值範圍

Parameters	All samples			CCL < 85 cm (subadults)		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	86.5 (9.5)	70-107.3	27	78.1 (4.3)	70-83.5	12
PCV (%)*	29.1 (2.6)	23.5-36	23	27.8 (2.04) ^a	23.5-30	10
TP (g/dl)	4.78 (0.88)	3.3-7.41	27	5.15 (0.99)	3.9-7.41	12
Albumin (g/dl)	2.32 (0.4)	1.44-3.16	26	2.46 (0.41)	2-3.16	12
Globulin (g/dl)	2.48 (0.8)	1.4-4.76	26	2.68 (0.99)	1.6-4.76	12
A/G ratio	1.03 (0.35)	0.51-1.63	26	1.03 (0.4)	0.54-1.61	12
AST (U/L)**	142.8 (53.2)	32.4-254.3	27	174.4 (46.7) ^a	113-254.3	12
ALT (U/L)	11.2 (16.7)	0.3-79.7	27	9.03 (12.76)	0.3-39.8	12
ALP (U/L)	29.4 (25.2)	2-93.2	27	33.86 (29.57)	7.1-93.2	12
LDH (U/L)	246.5 (200)	34.5-698	27	292.1 (199)	85.2-676.1	12
Glucose (mg/dl)	108.5 (17.7)	69.3-137.9	27	105.9 (16.6)	74.5-130.7	12
Cholesterol (mg/dl)	194.4 (85.8)	94-476	27	178.2 (39.9)	126-240	12
Triglyceride	49.07 (34.5)	17.7-170.1	27	50.98 (43.03)	20-170.1	12
Calcium (mg/dl)	8.87 (1.62)	6.1-14.6	27	8.58 (0.76)	7-9.65	12
Magnesium (mg/dl)	4.39 (2.28)	2.36-9.3	27	4.30 (2.13)	2.69-8.8	12
BUN (mg/dl)	16.65 (9.9)	5-36.6	27	14.28 (9.76)	5-34.5	12
Creatinine (mg/dl)	0.30 (0.1)	0.12-0.6	27	0.29 (0.09)	0.12-0.46	12
Uric acid (mg/dl)	1.38 (0.47)	0.5-2.5	27	1.43 (0.38)	0.7-1.9	12
	CCL ≥ 85 cm + tail < 25 cm			CCL ≥ 85 cm + tail ≥ 25 cm		
	(adult females and large immatures)			(adult males)		
CCL (cm)	93 (7.5)	86-107.3	11	94 (4.4)	89-99	4
PCV (%)*	29.8 (2.06) ^b	26.5-33	10	31.2 (4.25) ^b	28-36	3
TP (g/dl)	4.41 (0.62)	3.3-5.43	11	4.7 (0.89)	4.1-6.03	4
Albumin (g/dl)	2.15 (0.36)	1.44-2.8	11	2.34 (0.33)	2-2.65	3
Globulin (g/dl)	2.26 (0.61)	1.4-3.14	11	2.49 (0.77)	1.99-3.38	3
A/G ratio	1.03 (0.36)	0.51-1.63	11	0.98 (0.2)	0.78-1.19	3
AST (U/L) **	126.6 (46.5) ^b	32.4-201.9	11	92.8 (32.7) ^b	62.7-137.6	4
ALT (U/L)	13.93 (22.84)	0.7-79.7	11	10.5 (5.1)	6-17	4
ALP (U/L)	28.5 (23.9)	4-87	11	19.8 (13.3)	2-34	4
LDH (U/L)	255.7 (214.1)	58.9-698	11	84.1 (59.8)	34.5-160	4
Glucose (mg/dl)	108.6 (20.1)	69.3-130.4	11	112.8 (17.54)	98-137.9	4
Cholesterol (mg/dl)	191.5 (110.9)	94-476	11	251.5 (107.2)	149-369	4
Triglyceride	46.9 (31.5)	17.7-132	11	49.03 (13.07)	38-67.4	4
Calcium (mg/dl)	9.21 (2.1)	6.6-14.6	11	8.8 (2.3)	6.1-11.58	4
Magnesium (mg/dl)	4.75 (2.64)	2.36-9.3	11	3.68 (2.02)	2.49-6.7	4
BUN (mg/dl)	18.27 (9.93)	5.6-36.6	11	19.3 (11.43)	8-32.8	4
Creatinine (mg/dl)	0.29 (0.07)	0.21-0.43	11	0.375 (0.17)	0.24-0.6	4
Uric acid (mg/dl)	1.36 (0.61)	0.5-2.5	11	1.28 (0.33)	0.9-1.7	4

*. PCV: a < b, $p=0.029$

** . AST: a > b, $p=0.004$

表 4-2-2. 台灣地區產卵母綠蠵龜及東澳野生正常母綠蠵龜之血漿生化值

Parameters	Nesting females			Adult females		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	100.4 (4.3)	97-106	4	93 (7.5)	86-107.3	11
PCV (%)	29.4 (4.0)	23.5-32	4	29.8 (2.06)	26.5-33	10
TP (g/dl)	3.6 (0.7)	2.8-4.4	4	4.41 (0.62)	3.3-5.43	11
Albumin (g/dl)	2.1 (0.2)	1.9-2.4	4	2.15 (0.36)	1.44-2.8	11
Globulin (g/dl)	1.4 (0.5)	0.9-2	4	2.26 (0.61)	1.4-3.14	11
A/G ratio	1.6 (0.4)	1.2-2.11	4	1.03 (0.36)	0.51-1.63	11
AST (U/L)	103.0 (69.1)	52-205	4	126.6 (46.5)	32.4-201.9	11
ALT (U/L)	5.8 (2.5)	3-9	4	13.93 (22.84)	0.7-79.7	11
ALP (U/L)	25.3 (5.0)	20-32	4	28.5 (23.9)	4-87	11
LDH (U/L)	485 (173.5)	297-673	4	255.7 (214.1)	58.9-698	11
Glucose (mg/dl)*	59.5 (17.0)	36-76	4	108.6 (20.1)	69.3-130.4	11
Cholesterol (mg/dl)	299.8 (18.8)	203-247	4	191.5 (110.9)	94-476	11
Triglyceride (mg/dl)*	622.8 (309.6)	214-960	4	46.9 (31.5)	17.7-132	11
Calcium (mg/dl)	7.2 (3.0)	3.1-10.2	4	9.21 (2.1)	6.6-14.6	11
Magnesium (mg/dl) *	7.3 (1.3)	5.7-8.9	4	4.75 (2.64)	2.36-9.3	11
BUN (mg/dl)**	3.3 (1.2)	2-4.5	4	18.27 (9.93)	5.6-36.6	11
Creatinine (mg/dl)	0.3 (0.1)	0.2-0.4	4	0.29 (0.07)	0.21-0.43	11
Uric acid (mg/dl)**	0.5 (0)	0.5-0.6	4	1.36 (0.61)	0.5-2.5	11

*. $p < 0.05$; **. $p < 0.001$

表 4-2-3. 台灣地區野生正常綠蠵龜血液生化參考值的範圍

Parameters	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	84.8 (10.1)	70-107.3	31
PCV (%)	29.1 (2.7)	23.5-36	27
TP (g/dl)	4.62 (0.95)	2.8-7.41	31
Albumin (g/dl)	2.29 (0.38)	1.44-3.16	30
Globulin (g/dl)	2.34 (0.86)	0.9-4.76	30
A/G ratio	1.1 (0.4)	0.51-2.11	30
AST (U/L)	137.7 (55.8)	32.4-254.3	31
ALT (U/L)	10.5 (15.7)	0.3-79.7	31
ALP (U/L)	28.8 (23.5)	2-93.2	31
LDH (U/L)	277.2 (210.2)	34.5-698	31
Glucose (mg/dl)*	108 (17.7)	69.3-137.9	27
Cholesterol (mg/dl)	199 (81)	94-476	31
Triglyceride (mg/dl) *	49.1 (34.5)	17.7-170.1	27
Calcium (mg/dl)	8.66 (1.87)	3.1-14.6	31
Magnesium (mg/dl) *	4.39 (2.28)	2.36-9.3	27
BUN (mg/dl) *	16.65 (9.9)	5-36.6	27
Creatinine (mg/dl)	0.30 (0.1)	0.12-0.6	31
Uric acid (mg/dl) *	1.38 (0.47)	0.5-2.5	27

*將統計上有顯著差異的項目數值剔除，不納入產卵母龜的極端值

表 4-2-4. 台灣地區野生正常赤蠍龜血液生化參考值的範圍

Parameters	All samples			CCL < 75 cm (subadults)		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	80.9 (8.3)	72.3-95	8	72.8 (0.6)	72.3-73.2	2
PCV (%)	38 (1.83)	36-40	4	36	36	1
TP (g/dl)	4.74 (0.97)	3.49-5.9	8	4.2 (0.71)	3.7-4.7	2
Albumin (g/dl)	2.70 (0.74)	1.7-3.82	8	2 (0.28)	1.8-2.2	2
Globulin (g/dl)	2.04 (0.85)	0.68-2.85	8	2.2 (0.42)	1.9-2.5	2
A/G ratio	1.86 (1.62)	0.74-4.78	8	0.91 (0.05)	0.88-0.95	2
AST (U/L)	152.2 (69.1)	99.3-277.3	8	116.7 (1.84)	115.4-118	2
ALT (U/L)	5.9 (4.5)	0.9-14	8	7.95 (8.56)	1.9-14	2
ALP (U/L)	47.2 (39.4)	12.8-109	8	62.2 (66.2)	15.4-109	2
LDH (U/L)	76.9 (44.8)	37.8-148.5	8	100.65 (61.31)	57.3-144	2
Glucose (mg/dl)	125.9 (28.8)	83-162.9	8	103.05 (11.38)	95-111.1	2
Cholesterol (mg/dl)	162.1 (23.8)	127-207	8	187 (28.3)	167-207	2
Triglyceride (mg/dl)	27.5 (12.9)	11.1-50.2	8	23.25 (10.96)	15.5-31	2
Calcium (mg/dl)	8.19 (0.88)	6.9-9.72	8	7.63 (0.99)	7.56-7.7	2
Magnesium (mg/dl)	3.48 (0.89)	2.35-5	8	3.91 (1.12)	3.11-4.7	2
BUN (mg/dl)	47.29 (15.7)	29.6-67.8	8	62.6 (6.93)	57.7-67.5	2
Creatinine (mg/dl) *	0.29 (0.15)	0.1-0.49	8	0.1 (0) ^a	0.1	2
Uric acid (mg/dl)	1.56 (0.42)	1.1-2.2	8	1.6 (0.14)	1.5-1.7	2
	CCL ≥ 75 cm + tail < 25 cm			CCL ≥ 75 cm + tail ≥ 25 cm		
	(adult females and large immatures)			(adult males)		
CCL (cm)	82.1 (8.7)	77-95	4	86.5 (7.8)	81-92	2
PCV (%)	38 (1.4)	37-39	2	40	40	1
TP (g/dl)	4.77 (1.21)	3.49-5.9	4	5.22 (0.85)	4.62-5.82	2
Albumin (g/dl)	2.71 (0.7)	1.7-3.24	4	3.4 (0.6)	2.97-3.82	2
Globulin (g/dl)	2.06 (0.94)	0.68-2.66	4	1.83 (1.45)	0.8-2.85	2
A/G ratio	1.82 (1.56)	0.74-4.13	4	2.91 (2.64)	1.04-4.78	2
AST (U/L)	160.95 (81.43)	102-277.3	4	170.15 (100.2)	99.3-241	2
ALT (U/L)	6.6 (3.14)	3.9-11	4	2.45 (2.19)	0.9-4	2
ALP (U/L)	28.3 (25.75)	12.8-66.5	4	70 (39.6)	42-98	2
LDH (U/L) **	46.68 (11.52) ^a	37.8-63.6	4	113.4 (49.64) ^b	78.3-148.5	2
Glucose (mg/dl)	128.9 (33.3)	83-162.9	4	142.8 (26.59)	124-161.6	2
Cholesterol (mg/dl)	154.5 (8.3)	146-165	4	152.5 (36.1)	127-178	2
Triglyceride (mg/dl)	29.8 (17)	11.1-50.2	4	27.15 (10.96)	19.4-34.9	2
Calcium (mg/dl)	8.22 (1.2)	6.9-9.72	4	8.68 (0.14)	8.58-8.78	2
Magnesium (mg/dl)	3.62 (0.92)	3.13-5	4	2.80 (0.63)	2.35-3.24	2
BUN (mg/dl)	45.95 (17.11)	29.6-67.8	4	34.65 (0.35)	34.4-34.9	2
Creatinine (mg/dl) *	0.31 (0.13) ^b	0.2-0.49	4	0.425 (0.035) ^b	0.4-0.45	2
Uric acid (mg/dl)	1.5 (0.52)	1.1-2.2	4	1.65 (0.63)	1.2-2.1	2

*. Creatinine: a < b, $p=0.027$

** LDH: a < b, $p=0.045$

表 4-3-1. 收容海龜曲線背甲長(公分)的體長資料

	<i>Chelonia mydas</i>	<i>Caretta caretta</i>	<i>Eretmochelys imbricate</i>	<i>Lepidochelys olivacea</i>
Mean (SD)	60.7 (17.1)	84.7 (1.4)	73.9 (18.2)	61.2 (0.4)
Range	30.6-96.3	83.66-85.67	37.3-84.7	61-61.8
N	24	2	5	1

表 4-3-2. 各種類收容海龜的血漿生化值範圍

Parameters	<i>Chelonia mydas</i>			<i>Caretta caretta</i>		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	60.7 (17.1)	30.6-96.3	24	84.7 (1.4)	83.66-85.67	2
TP (g/dl)	5.0 (0.8)	3.06-6.91	23	5.2 (0.7)	4.75-5.72	2
Albumin (g/dl)	3.0 (0.7)	1.61-4.84	23	3.9 (1.2)	3.09-4.77	2
Globulin (g/dl)	1.9 (0.5)	0.66-3.14	23	1.3 (0.5)	0.96-1.66	2
A/G ratio	2.0 (1.3)	0.68-7.20	23	5.1 (4.5)	1.94-8.27	2
AST (U/L)	226.3 (147)	61.6-593.7	24	173.7 (94.2)	107-240.2	2
ALT (U/L)	27.7 (51.7)	0.9-245.6	23	39.7 (26.6)	20.9-58.5	2
ALP (U/L)	26.4 (23.4)	6.3-111.5	24	90.8 (2.3)	89.2-92.4	2
LDH (U/L)	143.2 (121.8)	24.1-481.3	24	45.3 (18.5)	32.2-58.4	2
Glucose (mg/dl)	108.9 (14.8)	82.7-143.6	24	105.4 (3.6)	102.2-107.9	2
Cholesterol (mg/dl)	185.6 (59.4)	87-341	24	199.7 (11.2)	191.8-207.6	2
Triglyceride (mg/dl)	110.3 (51)	33.5-203.1	24	116.6 (8.3)	110.8-122.5	2
Calcium (mg/dl)	8.8 (0.9)	7.3-10.6	24	10.2 (0.8)	9.64-10.84	2
Magnesium (mg/dl)	3.1 (0.3)	2.54-3.53	24	85.8 (21.9)	70.3-101.3	2
BUN (mg/dl)	60 (47.1)	23.6-264.7	24	85.8 (21.9)	70.3-101.3	2
Creatinine (mg/dl)	0.3 (0.1)	0.17-0.53	24	0.3 (0)	0.26-0.30	2
Uric acid (mg/dl)	1.4 (0.5)	0.5-2.4	24	1.1 (0)	1.1-1.1	2
	<i>Eretmochelys imbricata</i>			<i>Lepidochelys olivacea</i>		
CCL (cm)	73.9 (18.2)	34.3-84.7	5	61.2 (0.40)	61-61.8	1
TP (g/dl)	4.4 (1.6)	1.3-5.9	5	6.02 (0.58)	5.43-6.79	1
Albumin (g/dl)	3.1 (1.1)	1.2-4.4	5	4.05 (0.31)	3.66-4.5	1
Globulin (g/dl)	1.2 (0.7)	0.1-1.9	5	1.97 (0.41)	1.33-2.29	1
A/G ratio	4.4 (3.3)	1.4-10.6	5	2.13 (0.54)	1.79-3.08	1
AST (U/L)	120.9 (76.2)	68.2-259.3	5	67.3 (31.4)	43.3-113.8	1
ALT (U/L)	28.5 (18.5)	2.6-48.9	5	23.9 (43.9)	0.3-102	1
ALP (U/L)	52.6 (35.5)	22.3-121.9	5	15.8 (23.5)	12.4-18.3	1
LDH (U/L)	953.8 (413.1)	632-1657.9	5	1194.9 (354.0)	817.6-1602.3	1
Glucose (mg/dl)	100.6 (17.9)	83.6-133.2	5	110.3 (19.1)	81.4-126.1	1
Cholesterol (mg/dl)	307.9 (170.4)	100-597.6	5	275 (95)	73.2-402	1
Triglyceride (mg/dl)	306.6 (287.5)	10.2-726	5	60.4 (37.4)	20.8-119.2	1
Calcium (mg/dl)	10.3 (1.9)	7.9-12.8	5	8.85 (0.26)	8.5-9.23	1
Magnesium (mg/dl)	3.2 (0.2)	2.9-3.4	5	3.01 (0.32)	2.46-3.28	1
BUN (mg/dl)	43.6 (17.1)	21.3-72.3	5	58.3 (10.0)	47.6-73.8	1
Creatinine (mg/dl)	0.2 (0)	0.2-0.3	5	0.27 (0.06)	0.17-0.33	1
Uric acid (mg/dl)	1.2 (0.3)	0.9-1.7	5	1.5 (0.7)	0.9-2.5	1

表 4-3-3. 生病收容綠蠓龜、正常收容綠蠓龜與野生正常綠蠓龜的血漿生化值

Parameters	Sick captive green turtles			Normal captive green turtles			Wild healthy green turtles		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	78.6 (10.5)	62.5-87.65	5	56 (15.5)	30.6-96.3	19	84.8 (10.1)	70-107.3	31
TP (g/dl)	5.1 (0.5)	4.34-5.60	5	4.9 (0.9)	3.06-6.91	18	4.62 (0.95)	2.8-7.41	31
Albumin (g/dl)*	3.4 (0.4) ^a	2.81-3.82	5	3.0 (0.8) ^a	1.61-4.84	18	2.29 (0.38) ^b	1.44-3.16	30
Globulin (g/dl)	1.7 (0.7)	0.66-2.44	5	2.0 (0.5)	0.99-3.14	18	2.34 (0.86)	0.9-4.76	30
A/G ratio*	3.1 (2.4) ^a	1.18-7.20	5	1.7 (0.6) ^b	0.68-2.73	18	1.1 (0.4) ^b	0.51-2.11	30
AST (U/L)*	181.4 (99.6) ^a	102.2-351.1	5	238.1 (157.1) ^a	61.55-593.7	19	137.7 (55.8) ^b	32.4-254.3	31
ALT (U/L)	19.1 (19.9)	0.9-52.4	5	30.1 (57.7)	2.9-245.6	18	10.5 (15.7)	0.3-79.7	31
ALP (U/L)	19.1 (8.1)	11.2-28.8	5	28.3 (25.8)	6.3-111.5	19	28.8 (23.5)	2-93.2	31
LDH (U/L)**	81.3 (36.1)	51.7-143.9	5	159.3 (131.6)	24.1-481.3	19	277.2 (210.2)	34.5-698	31
Glucose (mg/dl)	98.9 (15)	82.7-118.8	5	111.6 (14)	87.8-143.6	19	108 (17.7)	36-137.9	27
Cholesterol (mg/dl)	217.7 (56.4)	128-279	5	177.1 (58.7)	87-341	19	199 (81)	94-476	31
Triglyceride (mg/dl)	128.8 (18.9)	111.8-154	5	105.4 (55.9)	33.5-203.1	19	49.1 (34.5)	17.7-170.1	27
Calcium (mg/dl)	9.6 (0.6)	8.64-10.31	5	8.6 (0.9)	7.3-10.6	19	8.66 (1.87)	3.1-14.6	31
Magnesium (mg/dl)*	3.3 (0.1) ^a	3.05-3.45	5	3.1 (0.4) ^a	2.54-3.53	19	4.39 (2.28) ^b	2.36-9.3	27
BUN (mg/dl)*	51.3 (21.3) ^a	30.2-80.8	5	62.3 (52) ^a	23.6-264.7	19	16.65 (9.9) ^b	5-36.6	27
Creatinine (mg/dl)	0.3 (0.1)	0.17-0.34	5	0.3 (0.1)	0.20-0.53	19	0.30 (0.1)	0.12-0.6	31
Uric acid (mg/dl)	1.6 (0.4)	0.9-2.1	5	1.4 (0.6)	0.5-2.4	19	1.38 (0.47)	0.5-2.5	27

*. $p < 0.05$

**. $p < 0.05$ ，但各組之間沒有顯著差異

表 4-3-4. 生病收容綠蠵龜、正常收容綠蠵龜與野生正常綠蠵龜 One-way ANOVA 及 Tukey post hoc test 的分析結果

Parameters		Sum of Square	df	Mean Square	F ratio	Sig.	Tukey test
Albumin (g/dl)	Between groups	8.037	2	4.019	13.382	0.000	1=2>3
	Within groups	15.015	50	0.300			
A/G ratio	Between groups	17.825	2	8.912	13.509	0.000	1>2=3
	Within groups	32.987	50	0.660			
AST (U/L)	Between groups	118922.936	2	59461.468	5.352	0.008	1>2=3
	Within groups	577753.272	52	11110.640			
LDH(U/L)	Between groups	267521.301	2	133760.650	4.233	0.020	1=2=3
	Within groups	1643152.656	52	31599.090			
Magnesium (mg/dl)	Between groups	36.624	2	18.312	5.515	0.007	1=2,1=3,3>2
	Within groups	172.676	52	3,321			
BUN (mg/dl)	Between groups	27999.314	2	13999.657	13.548	0.000	1=2,1=3,2>3
	Within groups	53732.031	52	1033.308			

表 4-3-5. 區別函數公式鑑別度(Eigenvalues)

Function	Eigenvalues	% of Variance	Cumulative %	Canonical correlation
1	2.792 ^a	85.4	85.4	0.858
2	0.479 ^a	14.6	100.0	0.569

a. First 2 canonical discriminant functions were used in the analysis.

表 4-3-6. 區別函數公式的顯著性檢定(Wilks' Lambda)

Test of Function(s)	Wilks' Lambda	Chi-square	df	Sig.
1 through 2	.178	75.007	28	.000
2	.676	17.028	13	.198

表 4-3-7. 區別函數公式(Structure Matrix)

	Function	
	1	2
Albumin (g/dl)	0.429*	0.206
BUN (mg/dl)	0.413*	-0.225
Magnesium (mg/dl)	-0.283*	0.111
LDH (U/L)	-0.259*	-0.108
Globulin (g/dl) ^a	-0.172*	-0.105
TP (g/dl)	0.120*	0.038
A/G ratio	0.352	0.636*
AST (GOT) (U/L)	0.247	-0.290*
Calcium (mg/dl)	0.052	0.264*
Glucose (mg/dl)	0.103	-0.257*
Cholesterol (mg/dl)	-0.030	0.236*
Uric acid (mg/dl)	0.096	0.148*
ALP (U/L)	-0.049	-0.133*
Creatinine (mg/dl)	-0.043	-0.126*
Triglyceride (mg/dl)	-0.026	0.065*

Pooled within-groups correlations between discriminating variables and standardized canonical discriminant functions variables ordered by absolute size of correlation within function.

*. Largest absolute correlation between each variable and any discriminant function

a. This variable not used in the analysis.

參考文獻

- 沈永紹 (2004). 獸醫實驗診斷學提要。華香園
- 曾秋隆 (2005). 曾氏獸醫臨床病理學。偉明圖書有限公司
- 程一駿，陳禾張，莊仁豪，潘曉萍 (2006). 台灣近海海龜傷亡混獲通報
死因國際研討會報告書。國立台灣海洋大學
- 陳正昌，程炳林，陳新豐，劉子鍵 (2005). 多變量分析方法-統計軟體應用。五南圖書出版股份有限公司
- 鐘承澍 (2003). 斑龜正常健康體態比例、血液及生化參考值和血球型
態、細胞化學特性之研究。台灣大學。碩士論文。台北
- Abell, L. L., Levy. B. B., and B. B. Brodie. 1958. Cholesterol in serum. Standard Methods of Clinical Chemistry. 2:26-33.
- Aguirre, A. A. and G. H. Balazs. 2000. Blood Biochemistry Values of Green Turtles, *Chelonia mydas*, With and Without Fibropapillomatosis. Comparative Haematology International 10:132-137.
- Anderson, N. L., Wack, R., and R. Hatcher. 1996. The effects of temperature, sex, and sample type on hematology and serum/plasma chemistry values for captive New Guinea snapping turtle (*Elseya novaguinae*). Proceedings of the Association of Reptilian and Amphibian Veterinarian 3:43-49.
- Bartels, H., Böhmer, M., and C. Heierli. 1972. Serum creatinine determination without protein precipitation. Clinica Chimica Acta 37: 193-197.
- Bergmeyer, H. U., Hørder, M., and R. Rej. 1986a. Approved recommendation (1985) on IFCC method for the measurement of concentration of enzymes. Part 3. IFCC method for alanine aminotransferase. Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry. 24: 481-489.
- Bergmeyer, H. U., Hørder, M., and R. Rej. 1986b. Approved recommendation (1985) on IFCC method for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 2. IFCC method for aspartate aminotransferase. Journal of Clinical Chemistry and Clinical

Biochemistry. 24: 497-508

- Berry, H. K., and M. M. Christopher. 2001. Guidelines for the field evaluation of desert tortoise health and Disease. *Journal of Wildlife Diseases*, 37(3): 427–450.
- Berkson, H. 1966. Physiological adjustments to prolonged diving in the Pacific green turtle (*Chelonia agassizii*). *Comparative Biochemistry and Physiology* 18:101-119.
- Bjorndal, K. A., 1985. Nutritional ecology of sea turtles, *Copeia*. 1985: 736-751.
- Bjorndal, K. A., and A. B. Bolten. 1988. Growth rates of immature green turtles, *Chelonia mydas*, on feeding grounds in the southern Bahamas. *Copeia*. 1988:555-564.
- Bjorndal, K. A., 1996. Chapter 8. Foraging ecology and nutrition of sea turtles. p.199-221. In P. L. Lutz and J. A. Musick [ed.], *The biology of sea turtles*. CRC press.
- Bolton, A. B., Elliott, R. J., and A. B. Karen. 1992a. Effect of anticoagulant and autoanalyzer on blood biochemical values of loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *American Journal of Veterinary Research*. 53(12): 2224-2227.
- Bolton, A. B. and K. A. Bjorndal. 1992b. Blood profiles for a wild population of green turtles (*Chelonia mydas*) in the southern Bahamas: size-specific and sex-specific relationships. *Journal of Wildlife Diseases*. 28:407-413.
- Breuner, C.W., Lynn, S. E., Julian, G. E., Cornelius, J. M., Heidinger, B. J., Love, O. P., Sprague, R. S., Wada, H., and B. A. Whitman. 2006. Plasma-binding Globulins and Acute Stress Response. *Hormone and Metabolic Research*. 38: 260–268.
- Bugoni, L., Krause, L., De Almeida, A.O., and A. A De Padua Bueno. 2001. Commensal barnacles of sea turtles in Brazil. *Marine Turtle Newsletter* 94:7-9.
- Caine, E.A. 1986. Carapace epibionts of nesting loggerhead sea turtles: Atlantic coast of U.S.A. *Journal of Experimental Marine Biology & Ecology* 95:15-26.
- Campbell, T. W. 1996. Clinical pathology. p.248-257. In D. R. Mader [ed.], *Reptile medicine and surgery*. Philadelphia, W. B. saunders.
- Campbell, T. W. 2004. Blood biochemistry of lower vertebrates. In ACVP and ASVCP [ed.], 55th Annual Meeting of the American College of Veterinary Pathologists (ACVP) and 39th Annual Meeting of the

American Society of Clinical Pathology (ASVCP). International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca, New York USA.

- Carr, A. and A. B. Meylan. 1980. Evidence of passive migration of green turtle hatchlings in sargassum, *Copeia*. 1980:336
- Carr, A. 1987. New perspectives on the pelagic stage of sea turtle development. *Conservation Biology* 1:103-121.
- Casal, A. B., and J. Orós. 2007. Morphologic and cytochemical characteristics of blood cells of juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*) *Research in Veterinary Science*. 82(2):158-165
- Cheng, I. J., and T. S. Chen. 1997. The incidental capture of five species of sea turtles by coastal setnet fisheries in the eastern waters of Taiwan. *Biological Conservation*. 82:235-239.
- Chrisman, C. L., Walsh, M., Meeks, J. C., Zurawka, H., LaRock, R., Herbst, L., and J. Schumacher. 1997. Neurologic examination of sea turtles. *Journal of the American Veterinary Medical Association*. 211:1043-1047.
- Christopher, M. M., Berry, K. H., Wallis, I. R., Agy, K. A., Enen, B. T. and C. C. Peterson. 1999. Reference intervals and physiologic alterations in hematologic and biochemical values of free-ranging desert tortoises in the Mojave Desert. *Journal of Wildlife Diseases* 35: 212–238
- Coppo, J. A., Mussart, N. B., Barboza, N. N., Fioranelli, S. A., Koza, G. A., and W. S. Prado. 2006. Physiological variations of serum electrolytes (Na, K, Ca, P, Mg, and Cu) in farm-housed *Caiman latirostris* and *Caiman yacare* (Crocodylia: Alligatoridae). *Analecta Veterinaria*, 26(1): 9-15.
- Deem, S. L., Dierenfeld, E. S., Sounguet, G. P., Alleman, A. R., Cray, C., Poppenga, R. H., Norton, T. M., and W. B. Karesh. 2006. Blood values in free-ranging nesting leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*) on the coast of the Republic of Gabon. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 37(4): 464–471.
- Deem, S. L., Norton, T. M., Mitchell, M., Segars, A., Alleman, A. R., Cray, C., Poppenga, R. H., Dodd, M., and W. B. Karesh. 2009. Comparison of blood values in foraging, nesting, and stranded loggerhead turtles (*Caretta caretta*) along the coast of Georgia, USA. *Journal of Wildlife diseases*, 45(1): 41-56.
- Derickson, W. K. 1976. Lipid storage and utilization in reptiles. *American Zoologist*. 16: 71-323.

- Dodd, C. K. JR. 1988. Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish and Wildlife Service. Biological Report. 88:1-110.
- Doumas, B. T., Watson, W. A., and H. G. Biggs. 1971. Albumin standard and measurement of serum albumin with bromcresol green. *Clinica Chimica Acta*. 31: 87-96.
- Di Bello, A., Valastro, C., Staffieri, F., and A. Crovace. 2006. Contrast radiography of the gastrointestinal tract in sea turtles. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 47(4):351–354.
- Dozy, A. M., Reynolds, C. A., Still, J. M., and T. H. J. Huisman. 1964. Studies on animal hemoglobins I. Hemoglobins in turtles. *Journal of Experimental Zoology*. 155:343-347.
- Frair, W. 1977. Sea turtle red blood cell parameters correlated with carapace lengths. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 56:467-472.
- Frick, J. 1976. Orientation and behaviour of hatchling green turtles (*Chelonia mydas*) in the sea, *Animal Behaviour*. 24:849-857.
- Frye, F. L. 1981. Biomedical and surgical aspects of captive reptile husbandry. *Veterinary Medicine Publishing Co.*, Edwardsville Kansas. 456pp.
- Frye, F. L. 1986. Hematology of captive reptiles. p.181-184. In Fowler, E.M. [ed.], *Zoo and Wild Animal Medicine*, 2nd ed. Saunders, Philadelphia.
- Frye, F. L. 1991. Hematology as applied to clinical reptile medicine. pp. 209-280. In F. L. Frye [ed.], *Biomedical surgical aspects of captive reptile husbandry*, Vol. 1., Krieger Publishing Co., Malabar, Florida,
- FitzSimmons, N., Moritz, C., and Bowen, B. W., 1999. Population identification. p.72-179. In Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., and M. Donnelly. [ed.], *Research and management techniques for the Conservation of Sea Turtles.*, IUCN/SSC Marine Turtles Specialist group Publication No.4.
- George, H. R. 1996. Chapter 14. Health problems and diseases of sea turtles. p.364-381. In P. L. Lutz and J. A. Musick. [ed.], *The biology of sea turtles*. CRC press.
- Gilles-Baillien, M., and E. Schoffeniels. 1965. Variations saisonnieres dans la composition du sang de la tortue grecque *Testudo hermanni*. *Belgian Journal of Zoology*. 95: 75-79.
- Gindler, E. M., and J. D. King. 1972. Rapid colorimetric determination of calcium in biologic fluids with methylthymol blue. *American Journal of Clinical Pathology*. 58: 376-382

- Groombridge, B. and L. Wright. 1982. The IUCN Amphibia-Reptilia Red Data Book. Part 1. Testudines, Crocodylia, Rhychocephalia. IUCN. Grand. Switzerland.
- Hatase, H., Takai, N., Matsuzawa, Y., Sakamoto, W., Omuta, K., Goto, K., Arai, N., and T. Fujiwara. 2002. Size-related differences in feeding habitat use of adult female loggerhead turtles *Caretta caretta* around Japan determined by stable isotope analyses and satellite telemetry. *Marine Ecology Progress series*. 233: 273–281.
- Hamann, M., Limpus, C. J., and J. M. Whittier. 2002. Patterns of lipid storage and mobilization in the female green sea turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of Comparative Physiology B*. 172: 485-493.
- Hamann, M., Schäuble, C. S., Simon, T., and S. Evans. 2006. Demographic and health parameters of green sea turtles *Chelonia mydas* foraging in the Gulf of Carpentaria, Australia. *Endangered species research*. 2:81-88.
- Hendrickson, J. R. 1980. The ecological strategies of sea turtles. *American Zoologist*. 20:597-608.
- Hutton, K. E. and C. J. Goodnight. 1957. Variations in the blood chemistry of turtles under active and hibernating conditions. *Physiological Zoology*. 30:198-207.
- Ramsay, E. C., and T. K. Dotson. 1995. Tissue and serum enzyme activities in the yellow rat snake (*Elaphe obsoleta quadrivitatta*). *American Journal of Veterinary Research*. 56(4):423-428.
- Jacobson, E. R. 1987. Reptiles. In: *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*. Ed. J. Harkness. Saunders, Philadelphia.
- Jacobson, E. R., Gaskin, J. M., Brown, M. B., Harris, R. K., Gardiner, C. H., Lapointe, J. L., Adams, H. P., and C. Reggiardo. 1991. Chronic upper respiratory tract disease of free ranging desert tortoises (*Xerobates agassizii*). *Journal of Wildlife Diseases* 27: 296-316.
- Jessop, S. T., Hamann, M., and C. J. Limpus. 2004. Body condition and physiological changes in male green turtles during breeding. *Marine Ecology Progress Series*, 276: 281-288.
- Kakizoe, Y., Sakaoka, K., Kakizoe, F., Yoshil, M., Nakamura, H., Kanou, Y., and I. Uchida. 2007. Successive changes of hematologic characteristics and plasma chemistry values of juvenile loggerhead turtles (*Caretta Caretta*). *Journal of Zoo and Wildlife medicine* 38(1):77-84.
- Keller, J. M., Kucklick, J. R., Stamper, M. A., Harms, C. A., and P. D.

- McClellan-Green. 2004. Associations between Organochlorine Contaminant Concentrations and Clinical Health Parameters in Loggerhead Sea Turtles from North Carolina, USA. *Environmental Health Perspectives*. 112(10):1074-1079.
- Khalil, F. 1947. Excretion in reptiles. I. Non-protein nitrogen constituents of the urine of the sea-turtle *Chelone mydas* L. *The Journal of biological chemistry*. 171: 611-616.
- Knotek, Z., Knotková, Z., Doubek, J., Pejřilová, S., and K. Hauptman. 2003. Plasma Biochemistry in Female Green Iguanas (*Iguana iguana*) with Calcium Metabolism Disorders. *ACTA Veterinaria Brno*. 72: 183-189.
- Kobayashi, D. R., Polovina, J. J., Parker, D. M., Kamezaki, N., Cheng, I. J., Uchida, I., Dutton, P. H., and G. H. Balazs. 2008. Pelagic habitat characterization of loggerhead sea turtles, *Caretta caretta*, in the North Pacific Ocean (1997–2006): Insights from satellite tag tracking and remotely sensed data. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 356:96-114.
- Lawrence, K. 1987. Seasonal variation in blood biochemistry of long term captive Mediterranean tortoises (*Testudo graeca* and *T. hermanni*). *Research in Veterinary Science*. 43:379-383.
- Lawrence, H. H., and E. R. Jacobson. 2003. Chapter 15. Practical approaches for studying sea turtle health and disease. p. 397-400. In: P. L. Lutz., J. A. Musick., and J. Wyneken.[ed.], *The biology of sea turtles II*. CRC press.
- Limpus, C. J., and M. Chaloupka. 1997. Nonparametric regression modelling of green sea turtle growth rates (southern Great Barrier Reef). *Marine Ecology Progress Series* 149: 23-34.
- Limpus, C. J., Couper, P. J., and M. A. Read. 1994. The green turtle, *Chelonia mydas*, in Queensland: population structure in a warm temperate feeding area, *Memoirs of the Queensland Museum*. Brisbane, 35(1):139-154.
- Lumsden, J. H. 1998. Normal or reference values: questions and comments. *Veterinary Clinical Pathology*. 27(4): 102-106.
- Lutz, P. L., and A. Dunbar-Cooper. 1987. Variations in the blood chemistry of the loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*. *Fish Bull* 85:37-43.
- Maixner, J. M., Ramsay, E. C., and L. H. Arp. 1987. Effects of feeding on serum uric acid in captive reptiles. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*. 18:62-65.

- Mann, C. K., and J. H. Yoe. 1956. Spectrophotometric determination of magnesium with sodium-1-azo-2-hydroxy-3-(2,4-di-methyl-carboxanilido) naphthalene-1`-(2-hydroxybenzene-5-sulfonate). *Analytical Chemistry*. 28: 202-205.
- Mao, S.H. 1971. *Turtles of Taiwan - A natural history of the turtles*. The Commercial Press, Taipei. 128pp.
- Marquez, M.R. 1990. FAO species catalogue. Vol.11: Sea turtles of the world. A annotated and illustrated catalogue of sea turtles species known to date . FAO fisheries Synopsis. No. 125. Rome , FAO. 81pp.
- Masat, R. J., and X. J. Musacchia. 1965. Serum protein concentration changes in the turtle, *Chrysemys picta*. *Comparative Biochemistry and Physiology*.16:215-225.
- Meyer, J., and J. W. Harvey. 2004. *Veterinary Laboratory Medicine: Interpretation and Diagnosis*, 3rd ed, Saunders. 351pp.
- Meylan, A. B., 1984. Feeding ecology of the Hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*): Spongivory as a feeding niche in the coral reef community, Dissertation, University of Florida, Gainesville, Florida , USA.
- Montenegro Silva, B. C., Bernal Gonzalez, N. G., and A. Martínez Guerrero. 1986. Estudio del contenido estomacal de la turtuga marina *Lepidochelys olivacea*, en la costa de Oaxaca, México, *Anales Inst. Ciencias del Mar y Limnol.*, Univeridad Nacional Autónoma de México, 13:121-132.
- Moyle, V. 1949. Nitrogenous excretion in Chelonia reptiles. *Biochemical Journal* 44(5):581-584.
- Mrosovsky, N. 1983. *Conserving sea turtles*. British Herpetological Society. Regent's Park, London. 176pp.
- Nakamura, K. 1980. Carotenoids in serum of pacific green turtle, *Chelonia mydas*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries* 46:909-910.
- Norem, A. D. 2005. Injury assessment of sea turtles utilizing the neritic zone of the southeastern United States. M.S. Thesis, University of Florida, Gainesville, Florida, USA. 112pp.
- Norton, T. M., Jacobson, E. R., and J. P. Sundberg. 1990. Cutaneous fibropapillomas and renal myxofibroma in a green turtle (*Chelonia mydas*). *Journal of Wildlife Diseases* 26: 265–270.
- Owens, W. D. 1980. The Comparative Reproductive Physiology of Sea Turtles. *American Zoologist*. 20:549-563.

- Owens, D. W., and G. J. Ruiz. 1980. New methods of obtaining blood and cerebrospinal fluid from marine turtles. *Herpetologica*. 36:17-20.
- Owens, D. W. 1999. Reproductive cycles and endocrinology, p.119-123. In. Research and management techniques for the conservation of sea turtles, Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., and M. Donnelly. [ed.], IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Packard, M. J. and G. C. Packard, 1989. Mobilization of calcium, phosphorus, and magnesium by embryonic alligators (*Alligator mississippiensis*). *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 257: 1541-1547.
- Page, C. D., Mautino, M., Meyer., H. R., and W. Mechlinski. 1988. Preliminary pharmacokinetics of ketoconazole in gopher tortoises (*Gopherus polyphemus*). *Journal of veterinary pharmacology and therapeutics*. 11:397-401.
- Plotkin, P.T., Bales, R.A., and D.C. Owens. 1993. Migratory and reproductive behavior of *Lepidochelys olivacea* in the eastern Pacific Ocean. Schroeder, B.A. and B.E. Witherington (Compilers). Proceedings of the Thirteenth Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation. NOAA, Natl. Mar. Fish. Serv., Southeast Fish. Sci. Cent. NOAA Tech. Mem. NMFS-SEFSC-31.
- Pitman, R. L., 1993. Seabird associations with marine turtles in the eastern Pacific ocean, *Colonial Waterbirds* 16(2): 194-201.
- Santoro, M., and A. Meneses. 2007. Haematology and plasma chemistry of breeding olive ridley sea turtles (*Lepidochelys olivacea*). *Veterinary Record*. 161: 818-819.
- Schmidt, F. H., 1961. Die enzymatische Bestimmung von Glucose und Fructose nebeneinander. *Journal of Molecular Medicine*, 39:1244-1247.
- Siedel, J., (Roche) personal communication
- Sodikoff, C. H. 2001. *Laboratory Profiles of Small Animal Diseases: A Guide to Laboratory Diagnosis* 3rd ed. Morsby. 594p.
- Stein, G. 1996. Hematologic and blood chemistry values in reptiles.p.473-483. In D. R. Mader, [ed.], *Reptile medicine and surgery*. W. B. Saunders, Philadelphia.
- Swimmer, J.Y. 2000. Biochemical responses to fibropapilloma and captivity in the green turtle. *Journal of Wildlife Diseases*, 36(1):102-110.
- Talke, H., and G. E. Schubert. 1965. Enzymatische harnstoffbestimmung im

- Blut and Serum im optischen Test nach Warburg. *Journal of Molecular Medicine*, 43: 174-175.
- Tietz, N. W., Rinker, A. D., L. M. Shaw. 1983. IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 5. IFCC method for alkaline phosphatase (orthophosphoric-monoester phosphohydrolase, alkaline optimum, EC 3.1.3.1). *Journal of Clinical Chemistry & Clinical Biochemistry*, 21:731-748.
- Trinder, P. 1969. Determination of blood glucose using an oxidase-peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. *Annals of Clinical Biochemistry*, 6:24-30.
- Van der Heiden, C., Bais, R., Gerhardt, W., Lorentz, K., and S. Rosalki. 1994. Approved recommendation on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 8. IFCC method for lactate dehydrogenase. *European Journal of Clinical Chemistry and Clinical Biochemistry*, 32:639-655.
- Varela, R. A. 1997. The immunology of green turtle fibropapillomatosis. M.S. Thesis, Florida Atlantic University, Boca Raton, Florida, 37 pp.
- Wallace, B. P. and R. H. George. 2007. Alternative techniques for obtaining blood samples from leatherback turtles. *Chelonian Conservation and Biology* 6: 147-49.
- Weichselbaum, T. E. 1946. An accurate and rapid method for the determination of proteins in small amounts of blood serum and plasma. *American Journal of Clinical Pathology*, 16: 40-49.
- Whiting, S. D., Guinea, M. L., Limpus, C. J., and K. Formiatti. 2007. Blood chemistry reference values for two ecologically distinct populations of foraging green turtles, eastern Indian Ocean. *Comparative Clinical Pathology*, 16:109-118.
- Wibbels, T. 1999. Diagnosing the sex of sea turtles in foraging habitats, 139-143. In. *Research and management techniques for the conservation of sea turtles*, Eckert, K. L., Bjorndal, K. A., Abreu-Grobois, F. A., and M. Donnelly. [ed.], IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication No. 4.
- Wilkinson, R. 2003. *Clinical Pathology*. p.141-186. In. *Medicine and surgery of tortoises and turtles*, McArthur, S., Wilkinson R., and J. Meyer [ed.], Blackwell Publishing, Oxford, UK.
- Work, T. M., Rameyer, R. A., Balazs, G. H., Cray, C. and P. S. Chang. 2001. Immune status of free-ranging green turtles with Fibropapillomatosis from Hawaii. *Journal of Wildlife Diseases*, 37(3):574-581.

- Wood, F.E., and G. K. Ebanks. 1984. Blood cytology and hematology of the green turtle, *Chelonia mydas*. *Herpetologica*. 40:331-336.
- Zardus, D. J., and G. H. Balazs. 2007. Two previously unreported barnacles commensal with the green sea turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758), in Hawaii and a comparison of their attachment modes. *Crustaceana*, 80 (11): 1303-1315.

附錄一：海龜身體健康檢查紀錄表

海龜身體檢查紀錄表

日期： 月 / 日 / 西元 時間：
地點： 紀錄單位紀錄者：

基本資料

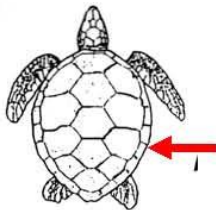
種類： 綠蠐龜 赤蠐龜 欖蠐龜 玳瑁 革龜
 不詳 備註：

性別： 公 / 母 / 不詳 體重：

晶片號碼： _____ 標號： 曾上標 / 新上標

取組織： 有 / 無 組織編號：
抽血： 有 / 無 樣本數： 編號：
糞便： 有 / 無 編號：

背甲 carapace



SCL 背甲直線長： _____ cm

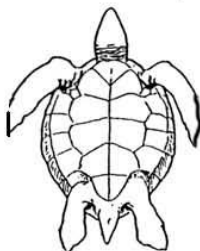
CCL 背甲曲線長： _____ cm

SCW 背甲直線寬： _____ cm

CCW 背甲曲線寬： _____ cm

(背甲寬測量點為 6th marginal 的底, 如紅箭頭所示)

腹甲 plastron



SPL 腹甲直線長： _____ cm

CPL 腹甲曲線長： _____ cm

全尾長： _____ cm

尾巴底部到泄殖腔： _____ cm

備註：(如 寄生蟲, 外傷, 眼睛外觀, 身體狀況 等)

附錄二：哥斯大黎加產卵欖蠟龜的血液生化參考值 (Santoro and Meneses, 2007)

Parameter	Female			Male		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
CCL (cm)	68 (2.2)	64-71	21	68.4 (2.5)	63-74	19
PCV (%)	31 (0.3)	25-37	18	30 (0.3)	23-36	19
TP (g/dl)	3.9 (0.9)	2.9-5.5	21	4.0 (0.5)	3.1-5.0	18
Albumin (g/dl)	0.7 (0.09)	0.6-0.9	10	0.41 (0.04)	0.4-0.5	13
AST (U/L)	73.4 (29.3)	30-143	21	61.2 (40)	16-154	18
ALT (U/L)	8.2 (5.5)	2-23	21	4.8 (1.1)	3-8	18
ALP (U/L)	29.5 (30.2)	11-137	21	53.6 (55.1)	9-224	18
LDH (U/L)	710.4 (266.8)	278-1488	21	1242 (451.1)	104-1939	18
Glucose (mg/dl)	63.63 (12.72)	40-100	21	69.09 (12.72)	47.27-89.09	18
Cholesterol (mg/dl)	211.53 (42.30)	100-273.03	21	111.53 (30.76)	70.76-196.5	18
Triglyceride (mg/dl)	490.9 (309.1)	9.09-1045.45	16	18.18 (5.45)	9.09-27.27	17
Calcium (mg/dl)	8.2 (3.6)	3.2-5.2	21	4 (0.8)	2-5.6	15
Magnesium (mg/dl)	3.89 (2.92)	1.22-8.51	21	7.41 (0.97)	5.59-9.72	18
BUN (mg/dl)	17.64 (6.72)	8.96-33.05	21	21.84 (8.68)	14.84-39.21	18
Creatinine (mg/dl)	0.39 (0.26)	0.2-1.09	20	0.39 (0.13)	0.09-0.59	18
Uric acid (mg/dl)	0.67 (0.33)	0.16-1.69	9	0.33 (0.16)	0.16-0.84	11

附錄三：澳洲愛德華佩留爵士群島的綠蠵龜之血液生化參考值 (Hamann et al.,2006)

Parameter	All samples			CCL < 85 cm (subadult)		
	Mean (SD)	Range	N	Mean (SD)	Range	N
Creatinine ($\mu\text{mol/l}$)	25.20 (7.33)	11.50-45.90	27	22.03 (3.66)	15.80-27.80	10
Urea (mmol/l)	1.14 (0.79)	0.10-3.60	35	0.94 (0.75)	0.20-2.30	14
Glucose (mmol/l)	1.61 (0.89)	0.00-3.00	33	1.94 (0.79)	0.50-3.00	14
ALT (U/l)	10.00 (8.51)	0.00-32.00	27	9.30 (8.98)	0.00-32.00	10
AST (U/l)	191.33 (102.12)	34-473	27	177 (84.32)	34-310	10
CPK (U/l)	808.08 (475.19)	142-1770	24	997.44 (543.84)	142-1770	9
Protein (g/l)	37.98 (13.05)	5.40-66.70	35	39.94 (14.93)	5.40-66.70	14
Albumin (g/l)	16.56 (6.13)	3.20-29.10	24	18.31 (7.11)	3.20-29.10	9
Globulin (g/l)	17.36 (4.14)	7.80-24.40	24	18.40 (2.82)	13.70-21.40	9
A/G ratio	1.03 (0.49)	0.40-2.40	24	1.04 (0.36)	0.50-1.60	9
Calcium (mmol/l)	1.89 (0.49)	0.81-2.73	28	2.12 (0.39)	1.43-2.72	11
Phosphorus (mmol/l)	1.69 (0.54)	0.58-3.53	28	1.51 (0.40)	0.58-2.02	11
Magnesium (mmol/l)	4.06 (1.81)	1.57-9.70	27	4.08 (2.10)	1.57-9.70	10
Total serum iron ($\mu\text{mol/l}$)	6.99 (2.96)	2.20-14.20	28	6.51 (3.34)	2.20-12.3	11
Uric acid ($\mu\text{mol/l}$)	52.90 (32.96)	8.80-148.00	27	52.18 (32.13)	8.80-116.00	10
	CCL \geq 85 cm + tail < 25 cm			CCL \geq 85 cm + tail > 25 cm		
	adult females and large immatures			adult males		
Creatinine ($\mu\text{mol/l}$)	30.20 (11.39)	19.90-45.90	4	26.10 (7.51)	11.50-40.50	13
Urea (mmol/l)	1.47 (0.51)	0.60-2.20	7	1.17 (0.92)	0.10-3.60	14
Glucose (mmol/l)	1.38 (0.98)	0.30-2.80	5	1.37 (0.91)	0.00-2.90	14
ALT (U/l)	14.75 (13.89)	2.00-30.00	4	9.08 (6.28)	1.00-23.00	13
AST (U/l)	236.25 (163.42)	123.00-473.00	4	188.54 (99.29)	65.00-443.00	13
CPK (U/l)	563.50 (275.81)	261-873	4	742.09 (446.01)	406-1671	11
Protein (g/l)	41.60 (13.89)	21.50-64.00	7	34.21 (10.36)	19.00-64.00	14
Albumin (g/l)	21.70 (7.44)	13.70-28.4	3	13.96 (3.83)	9.00-20.10	12
Globulin (g/l)	10.67 (2.49)	7.80-12.30	3	18.26 (3.86)	9.90-24.40	12
A/G ratio	2.03 (0.32)	1.80-2.40	3	0.77 (0.21)	0.40-1.10	12
Calcium (mmol/l)	1.81 (0.55)	1.00-2.16	4	1.73 (0.51)	0.81-2.73	13
Phosphorus (mmol/l)	1.67 (0.24)	1.43-1.99	4	1.84 (0.57)	0.88-3.53	13
Magnesium (mmol/l)	3.43 (0.25)	3.22-3.75	4	4.24 (1.90)	2.72-9.10	13
Total serum iron ($\mu\text{mol/l}$)	7.20 (2.70)	3.90-10.50	4	7.32 (2.87)	4.40-14.20	13
Uric acid ($\mu\text{mol/l}$)	96.25 (44.80)	44.00-148.00	4	40.12 (16.55)	20.00-73.00	13

附錄四：美國喬治亞州海岸的赤蠵龜之血液生化參考值(Deem et al., 2009)

Parameter (SI unit)	Foraging		Nesting		Stranded	
	Range	N	Range	N	Range	N
Glucose (mmol/l)	3.9-7.6	38	4.1-6.3	25	1.72-7.66	13
BUN (mmol/l)	0.357-38.2	39	1.79-4.64	25	9.28-33.92	12
Creatinine (μ mol/l)	8.84-44.2	39	8.84-53.04	25	8.84-70.72	6
Total protein (g/l)	16-56	39	46-61	25	4-39	13
Albumin (g/l)	8-16	12	14-19	8	3-12	13
Globulin (g/l)	10-40	12	27-51	8	1-24	13
Cholesterol (mmol/l)	1.17-5.18	39	4.90-8.78	25	0.13-5.05	9
Triglyceride (mmol/l)	0.17-1.38	39	4.41-4.89	25	0.11-0.29	5
Calcium (mmol/l)	1.4-2.08	39	0.65-3.18	25	1.08-1.9	13
Phosphorus (mmol/l)	1.32-2.55	39	2.03-3.59	25	1.74-3.10	13
Uric acid (μ mol/l)	11.90-71.38	39	11.90-53.53	25	11.09-297.4	13
ALT (U/l)	0-29	39	3-30	25	10-44	6
AST (U/l)	2-255	39	116-190	25	113-1199	13
LDH (U/l)	6-1376	39	22-1172	25	244-3876	5
CK (U/l)	3-1899	39	81-1627	25	100-26070	13
Amylase (U/l)	2-417	39	176-593	25	50-307	5
Lipase (U/l)	1-14	39	13-49	25	1-63	5
GGT (U/l)	5-15	39	5-14	25	6-8	5