

高中生物及地球科學

野外實習舉辦心得

何耀坤

臺南市私立光華女子高級中學

高中新課程中生物科和地球科學有野外實習，去年十二月出席分區研習會，在分科研討時有許多教師對野外實習感覺困難。本人藉此機會將過去十二年來的野外實習經驗，提供各位參考，以增加各位舉辦野外實習的興趣和信心。

一、關子嶺生物研習會沿革

民國六十年本人在長榮女中任教時，該校的英國宣教師兼生物教師巴瑪莉女士（Miss Barclay）和東海大學教授歐保羅博士（Dr. Alexander）在關子嶺建一座山莊（竹雲山莊）。我利用春假組該校教職員大凍山登山隊，在該山莊住宿後發現此地環境可為生物科的大實驗室。於民國六十一年暑假，我和巴瑪莉女士領隊愛好生物的高一學生十五名，舉辦第一次關子嶺生物研習會。這是配合假期學生育樂活動，訓練生物學的實際知識和研究興趣，喚起愛護鄉土自然的精神，又期待獲得些學術成果。巴瑪莉女士於民國六十二年七月，於第四次研習會後返英國劍橋，至今由我繼續舉辦共十八次。我自民國六十五年轉任光華女中，這研習會改成光華女中生物研習會。六年前夏季颱風經由關子嶺時竹雲山莊設備有損害，研習會場地改到附近的明清別墅區。研習會的日程每次我們編印手冊，主要內容包括：(1)研習會計畫（目的，日程及組織，時間表，注意事項），(2)關子嶺自然考察記（刊載於科學教育月刊第十期），(3)關子嶺溪流的生態調查（刊載於科學教育月刊第七期），(4)大凍山植物生態觀察記（學生報告刊載於科學教育月刊第十期），(5)大凍山植物生態調查紀錄表，(6)關子嶺的植物目錄，(7)關子嶺的詩集，(8)關子嶺的地圖，(9)Biology field work, Koan Tz-Ling（英文）（巴瑪莉女士作），

(10)溫泉的科學（本人在國語日報刊文，民國六十六年五月六日）。

二、關子嶺的自然實習價值

關子嶺是本省著名溫泉觀光地，但是一般人只知該地有溫泉外，很少認識關子嶺的自然之優美，天然資源和生物界特性。關子嶺位於枕頭山東北麓，海拔 230 公尺，被枕頭山、大凍山、雞籠山、崩山、九龍山所包圍的盆地和峽谷地帶。

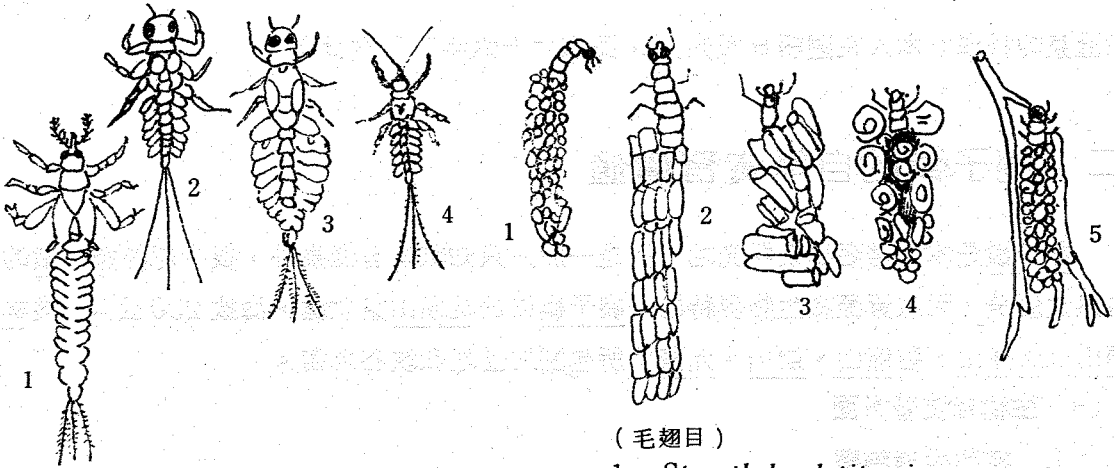
(一) 生物學實習方面

1. 植物生態觀察

在嘉南平原地區風景好又最高的是關子嶺山彙，其中大凍山（海拔 1234 公尺）、和烏山嶺形成中央山脈的前山地帶。由溫泉區遠望東邊有一處像塔山的斷崖，爬到此地不能由斷崖而上。有急峻山路使登山者飽受登攀之快，山頂為平坦，望東深山盆地，曾文水庫全景一目瞭然。關子嶺一帶桂竹林占最多，近村莊山坡地開墾種栽極柑、柳丁、梨、薑等。從關子嶺登大凍山要經過這些果園道路，檳榔山東邊的桂林筍道可到相思林道岔口，海拔約 500 公尺。繼之有第二竹林筍道和灌木林帶，到海拔 1000 公尺左右是高草帶。由山麓至山頂一路上的植物生態系有自然的和人工的，經由三種不同的植物帶，由地形、光線、水和風各有不同植物相。

2. 動物生態觀察

竹雲山莊前面有階梯式的山間溪流，流速快的地方有大岩石，慢的地方有岩礫沉於水底，所謂溪流是瀨和淵的連續反覆。溪流在外表上似沒有生物可生活，其實有許多昆蟲附著於石礫下面，有的用細沙粒營巢。這些昆蟲抵抗急流而適應，故溪流是動物生態研究的良好地方。構成溪流動物相主要是昆蟲幼蟲，尤其是毛翅目的跳蝻蟻類、蜉蝣目、積翅目（溪螻蟻）、扁泥蟲、搖蚊等。其他尚有渦蟲、魚蝨等。動物適應急流生活須要三個條件：①石面基盤的把持，②抵抗水流的強游泳力，③定位行動的發達和向流性。昆蟲幼蟲之中最適應溪流生活的蜉蝣類，尤其 *Heptagenidae* 科幼蟲是最模範的。其全體扁平而呈流線型，頭扁平，胸肢扁平又大，小腹原有三支長尾，不但適應水流生活又適於潛入狹小礫間。胸肢的爪堅強。內緣有齒狀突起能抓住礫面紋痕。螻蟻類在石面以細砂粒營巢，大多營移動性筒狀巢。筒狀巢形態由屬種一定，但急流生活者其後端變細長，幼蟲有強鉤可拉筒巢移動。



(蜉蝣目)

1. *Ephemera vulgata* (普通蜉蝣)
2. *E. volitans* (飛蜉蝣)
3. *Siphilarus aestivalis* (夏蜉蝣)
4. *Cloeon dipterum*

蜉蝣目昆蟲

(毛翅目)

1. *Stenophylax latipennis*
2. *Phryganea striata* (多槽螻蟻)
3. *Limnophilus flavicornis* (紅螻蟻)
4. *Limnophilus rhombicus*
5. *Anabolia nervosa*

螻蟻類昆蟲

3. 溪流中藻類觀察

在急流部和緩流部的 *Phormidium* 屬藻的長短不同，在急流部的水綿都是附著性的。矽藻種類甚多，可分為能運動的和不能運動的。紅藻類多生在陰影地方的水中，淡水中較少。在陽光良好地方的水中，藍藻和矽藻多。紅藻類在澄水部只生在礫背面，在淵水部可生在表面。

4. 台灣特產動物觀察

哺乳類和鳥類大多分佈於山麓至二千公尺之高地，最近山區開伐，動物都移到深山。溫泉區的土產品商店有許多種剝製標本，如台灣山貓、水鹿、花鹿、大紅鼯鼠、白胸鼯鼠、台灣縞松鼠、五彩鳥、山娘、山雞（藍腹鵲）、八色鳥、紅山椒鳥等，在籠裏有活捕的白鼻心、野豬、穿山甲、大蝙蝠。在餐館有許多斑鳩和山雞放在籠裏，並標有「現選現殺」之招牌令人寒心。在東側坡地有一所小動物園，有月熊、帝雉、孔雀、羌、花鹿、鴛鴦和許多台灣猴。登大凍山途中從竹林中可聽到野雞、戴鳥、紅頭畫眉、白耳畫眉等叫聲。

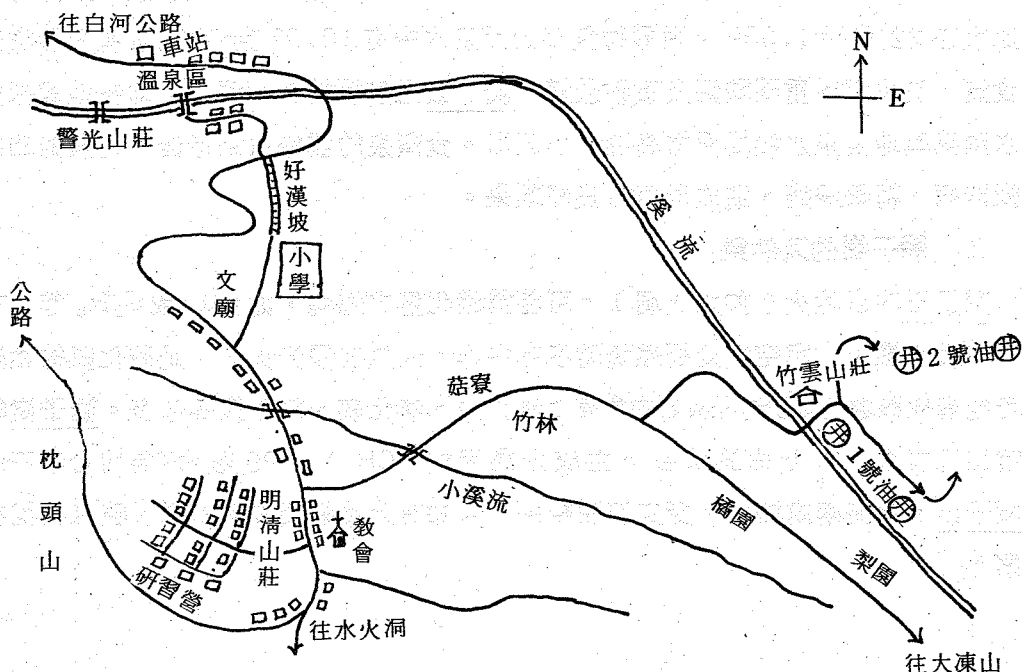
5. 明清山莊的植物

關子嶺明清山莊約有五十家別墅，大部分是豪華型的，我們研習會常借用此地住宿。山莊區域內種植約有六十種觀用植物，是認識一般花木的良好地方。

(二) 地球科學方面

1. 關子嶺的地層和化石

關子嶺附近簡圖



關子嶺山彙由海拔 300 至 1200 公尺的山所組成，為第三紀地殼造山運動時形成的皺曲山脈，其構成的岩石為灰色和紅色砂岩，層甚厚，走向和傾斜度未測定。在砂岩中常含有貝殼、海膽化石，可推斷該地層為深海成層，在第三紀造山運動以前為海洋之基底。由當時造山運動之橫壓力作用，由海底隆起而皺曲成山脈。構成該山脈之砂岩，其石基緻密，由各種微粒礦物組成，如石英砂及雲母，其硬度高在此地建築物有不少使用之。

溫泉區地下有斷層，故有週期性噴湧暗灰色泥漿，有時伴熱氣。最近三十年來較激烈的，民國四十六年，四十九年，五十三年及六十五年。尤其民國五十三年一月十八日震災和地陷同時爆發，熱汽冲天，來勢猛烈，地點在好漢坡旁的火聖王廟。最近一次是民國六十五年三月二十八日在火聖王廟上方靠東約十公尺，噴湧泥漿，噴口直徑約七公尺圓洞，深五公尺，泥漿往山下流並冒出白煙，泥水沸騰，此時溫泉停湧。

2. 關子嶺溫泉

因為溫泉和岩漿有關係，所以在火山地帶溫泉多。雖然有些溫泉從水成岩湧出，如關子嶺溫泉，其地下必有火成的關係，所以若有火成的關係，到處可湧出溫泉。關子嶺

溫泉源在南山中腹（警光山莊南側），該處可能地殼的一斷層帶，因壓力泉水由裂溝湧出，再由低地岩孔流出。流量不多，一晝夜約有 60～70 公石，呈乳白色，頗渾濁，沉澱後成為灰色軟泥。泉源在新第三紀層，是弱食鹽泉，鹼性含有碘和溴，泉溫約 80°C，比重在 22°C 時 1.009，固形物量每公斤泉水中有 10.37 克。泉水含有多量重碳酸鈉、食鹽、氯化鉀、重碳酸鈣及重碳酸鎂。關子嶺溫泉屬於表面溫泉，即在地殼深處的水或水蒸氣與地表泉水接觸而增高溫度而流出。食鹽泉的醫療效果最佳，尤其對關節炎，呼吸器病、荷爾蒙病、造血器病有良好效果。

3. 關子嶺的天然氣

關子嶺的自然火（如水火洞），可能為碳化氫之燃燒，如 CH_4 或 C_2H_6 等，在空氣中自然發火燃燒。與空氣接觸燃燒時沒有爆炸，未見有發光火焰，是矽化氫的燃燒現象。可能構成該處地層砂岩泥板岩中含有二氧化矽、氧化鎂、氧化鐵等甚多。關子嶺的天然氣噴出孔有多處，分佈於峽谷，主成分為甲烷（ CH_4 ）占 96%。六年前台灣石油公司在關子嶺中寮開兩處油井，探查石油結果，只知有天然氣而沒有石油，噴氣孔現在暫時封閉。

三、實習項目

（一）生物方面

1. 大凍山的植物生態實習

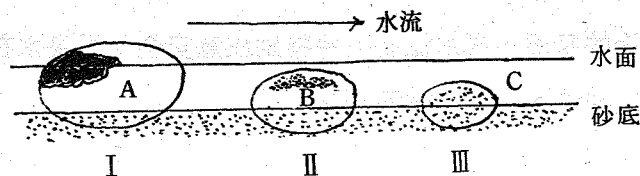
大凍山的植物生態系可分山麓的竹林帶、中腹的森林帶和山頂附近的高草帶。各帶的地形、水分、光線、吹風等情形記錄其特徵。在竹林帶和森林帶的生態系可分高層（喬木帶），中層（灌木帶）和低層（地面），這三層互相影響。例如高層很厚，所通過的日光少時中層和低層就較薄，在各層可選出一種或兩種最普遍和半普遍的植物。

2. 採集溪流的小動物並作觀察紀錄

①溪流環境對動物有何不方便和利益？②各種動物如何適應溪流生活？以呼吸、營養、保護、運動和生殖（成蟲或幼蟲）讓學生作記錄。③在什麼地方採集到這種動物？在石礫下面、在水中游泳、漂浮水面、或潛伏於泥土中。④繪各種動物的圖。（用放大鏡或顯微鏡觀察）以上用問卷方式給學生寫。

3. 藻類的觀察

藻類在水中礫面所形成的群落有下列三種形式。下圖中 A 為 *Ulothrix* 藻（綠藻類



藻類在水中礫面的群落

等毛目)，B為 *Gomphonema* 藻（楔形矽藻），C為一般矽藻。用顯微鏡觀察繪畫記錄。

4. 到溫泉區商店調查飼育動物和標本，並參觀小動物園，紀錄動物名稱及產地。

5. 錄音山莊附近及大凍山沿途的森林中的鳥叫聲。鳥的繁殖期在春夏季，尤其在拂曉時各種野生鳥輪流呼應叫。我們對照台灣鳥類圖鑑指出鳥的名稱。（受歐保羅教授指導）。

6. 採集昆蟲和蜘蛛

關子嶺周圍是山，竹林多，因風靜，蝶蛾多。較常見的是紅紋鳳蝶、青紋鳳蝶、環紋蝶。夜間飛來燈光下有多種蛾類，偶而有特大型的蛇紋蛾。溪流附近的竹林中螢火蟲多、黃螢、黑緣螢（翅端有黑邊紋）和黃綠螢（黑翅鞘的邊緣為黃色）。夏季的關子嶺令人印象較深的是四周山林的蟬叫聲，整天不停。如熊蟬，傍晚時叫的黃昏蟬，在草叢間的草蟬等。山地雨水多，尤其竹林適合蜘蛛營網。無論果園或溪流附近，到處可看到各形式的網，其中最引人注意的是大女郎蜘蛛（連肢全長達 20 公分左右），採蜘蛛並記錄其網形是有趣的。

7. 採集陸貝（蝸牛）

關子嶺西邊的枕頭山是由石灰岩形成，叢林中有許多種蝸牛。一般在石灰岩地帶蝸牛的種類和數目多，因為螺殼需要鈣質。蝸牛類移動範圍狹，大多具有地方特性。曾經採集的標本有下列六種，*Aegista (Plectotropis) sp.*, *A. (Plectotropis) impxa immature*, *Bradybaena (Acusta) assimillis*, 白蝸 *Iuchuhadra albide*, 核桃蝸 *Coniglobus nux*, *Hemiphaedusa odontochila* 等，尤其水火洞北側有石灰岩露頭的森林中較多。

(二) 地球科學方面

1. 觀察地層，採岩石和化石

地層較明顯地點是關子嶺入口隧道北側溪流邊的斷崖，在河床可採集各種岩石。貝類化石較多地點是枕頭山東側溪流。

2. 溫泉

看警光山莊旁邊的泉源，泉水溫度高要特別注意安全。採泉水在試管內使沉澱固形物，測定比率。檢出鹼性、食鹽和碘的存在。

3. 天然氣

竹雲山莊的住宿所沒有電設備，完全靠天然氣照明和煮飯菜，有特異的氣氛。

我們研習會山莊有平台屋頂，山間的夜空特別清晰，夜間可看到全天的星。認識星座，又用望遠鏡看星團是晚間的節目。另外一特殊節目是訪問住在明清山莊的著名鄉土詩人陳秀喜女士，她作有許多詩以關子嶺為背景。我們請教她作詩文的動機和感觸，並發表我們對詩的感想。

四、專題研究

我們從自然研習活動中一直期待有些學術成果，曾經在科學教育月刊發表過兩篇，我們又擬定長期的調查研究計畫。例如採集調查到有一段落完成時，編印：①關子嶺山麓的植物目錄，②關子嶺的昆蟲目錄，③關子嶺溪流的藻類目錄。其他對枕頭山貝類化石的訂名，地層傾斜度測定，溫泉的放射能計測等，這些工作有的要費多年時間。又如溪流生物調查，對某水域內按底質（如礫底、沙底、泥底）定量採集，算出現存量的平均值，再由距離和溪寬度算出溪面積，可查出全水域的生物現存量。若解剖水生昆蟲的消化管，將內容用顯微鏡檢查，可明白該水域的食物環。

五、對自然研習活動的檢討和改進

過去以客座身份參加觀摩我們研習活動的，有師大生物系學生、台南二中生物教師林守輝先生、台南聖功女中生物教師翁志英先生、湖內國中蔡朝源先生等。其中翁志英先生曾經致一文對這研習活動的批評說：民國六十六年七月我參加了光華女中關子嶺生物研習會，有幾項優點值得提出：(1)準備做得週密，天時、地利、人和都具備，是這研習會成功主要因素。(2)此地地衣、地錢、土馬騮、蕨類甚多，實地觀察可增加效果。(3)此地蚯蚓粗又長，可作實驗優良材料。(4)關子嶺的昆蟲繁多，值得詳細調查研究。本人建議考慮下列四點：(1)學生出發前先能熟悉動植物採集要領，可增初次採集者信心。(2)登山時要膽大心細，隊伍不要拉長。(3)採集要適量，不可輕易摧折生命。(4)若時間容許，

研習會可延長三、四天，不致太匆忙，使採集後的標本可做妥善的整理。

六、結 語

舉辦任何野外活動，計劃作業要週到。例如決定地點和時間時，應考慮季節和氣候。自然研習會是一種教學活動，非遊玩。不要讓學生抱著吃山珍海味的心理，要有限度的節約犧牲的精神。研習會中學生每人必須要作標本，寫紀錄，回來後要寫報告。我特別鼓勵學校教師有機會帶學生一齊登山，登山要和科學及教育結合一起。十年前我們到大凍山頂時，那裏有一座林產管理局的木屋，有一圓桌上裝有測定儀器，現在該屋門窗被登山者拆，儀器被破壞又遺失，山頂已變垃圾場。我們建議年輕人要有公德心，不污染大自然，應多說、多寫大自然的美麗。著名的十九世紀生物學家 Louis Agassiz 的實驗室有句標語「STUDY NATURE NOT BOOKS！」這是勸告學習自然科學的人，不要將知識僵化，應踏入實地自然界渾身努力。十八世紀的哲學家 Rousseau 說過：「學生應該從大自然學習，並不必要別人教他大自然是什麼樣子，學生應該向事實直接學習」，這是我們對科學教育的理想。

我們曾經舉辦了十多年關子嶺生物研習會，所採集的動植物標本都陳列在台南市光華女中鄉土自然陳列室，歡迎各位來校參觀指教。另外又舉辦三次六龜生物研習會，若有機會再提出報告。