

出國報告（出國類別：其他-標本採集）

## 西太平洋軟體動物多樣性研究

服務機關：國立海洋生物博物館

姓名職稱：邱郁文助理研究員

派赴國家：日本

出國期間：105年3月26日到105年4月1日

報告日期：105年6月27日

## 摘要

日本水產學會是全亞洲組織最大與水生生物及環境相關的會議，今年春季大會 ASFS Aquatic Sciences Meeting 2016 於東京大學品川校區舉行，出席本會的各國學者包括日、韓、中國、台灣、印度及伊朗等不同國家的水生生物、海洋、水產生物及漁業學各領域的學者。本年度會議與往年相仿，維持約有一千多位學者參加。本研究團隊於今年會期內發表一篇軟體動物相關論文主題是苗栗灣瓦漁業保護區的花蛤，各個不同棲地的比較分析，成果發表題目為台灣小眼花簾蛤的補充及成長” The recruitment and growth of *Ruditapes variegata* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) of Taiwan”。藉由此次發表及會議，與國外學者交流，瞭解國際鄰近國家日本研究趨勢，此外本次會議也發現，日本逐年注重海底湧泉的湧出陸源之地下水團對鄰近海域的影響。

此外，議程結束後，前往日本神奈川縣西部的秦野盆地湧泉群，進行湧泉之淡水軟體動物調查，採集親緣地理研究所需的材料，並至伊豆半島東南側下田海岸採集潮間帶軟體動物。

## 目次

一、摘要 .....	1
二、目次.....	2
三、目的.....	3
四、會議過程及心得.....	4
五、湧泉調查及採集.....	10
六、採集過程及心得.....	14
六、建議.....	15

## 目的

本次出國行程，順利完成三項重要的目的，第一是將過去對潮間帶軟體動物保育研究的重要成果及新的進度於研討會中呈現發表，並且與相關研究學者持續建立合作管道；其二是持續收集軟體動物親緣地理研究主題所須的實驗材料及相關標本，以依循研究架構及投稿期刊過程審查者建議修正及增補資料逐步完成材料收集；三是參訪日本湧泉聚落，汲取里山里海復育成效有成的社區的經驗。

本次日本水產學春季大會以及軟體動物採樣及湧泉社區復育參訪，由於本人為日本水產學會長年海外會員，因此出席日本水產學會可以吸取這全亞洲組織最大的與水產生物會議的經驗及知識，這個會議每年約有一千多位學者出席本會。今年春季大會 ASFS Aquatic Sciences Meeting 2016，主辦單位為東京水產大學，會議會場在東京巨輪的品川校區舉行。個人在這一次會議發表海瓜子簾蛤的補充群及人添間之研究，並且瞭解新興研究領域的發展方向。

此外，此行前往伊豆半島附近秦野湧泉及下田海岸潮間帶進行軟體動物採樣，並紀錄棲息地的相關資料。



## 會議過程及心得

本次會議及採集過程，自 105 年 3 月 26 日起至 105 年 4 月 1 日止，3 月 26 日由高雄小港直飛成田空港，3 月 27 日至 30 日在東京都品川東京水產大學開會，3 月 30 日進行湧泉調查及軟體動物採集，3 月 31 日並參訪下田海岸潮間帶採集，4 月 1 日由東京回高雄。

今年的平成 28 年度日本水產學會春季大會（ASFS Aquatic Sciences Meeting 2016），在東京海洋大學品川校區舉行，主要會議議程自 3 月 27 日開始到 31 日，本會是全亞洲組織最大的與水產生物相關會議，今年約有一千四百多位水產及海洋生物相關研究人員，包括各國學者，學生、水產職校生、水產從業人員、漁業和養殖業者，共同出席本會。

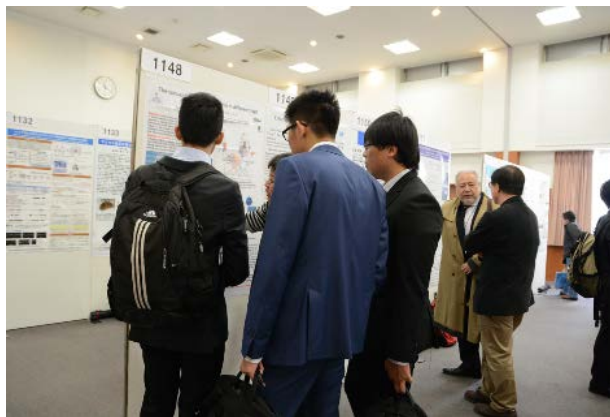
## 研討會報名資訊及會場



本次論文發表延續去年發表連江縣東莒犀牛嶼的小眼花簾蛤受到類疱疹病毒疫情影響，而造成族群銳減後，實施禁漁後族群逐年恢復的過程及監測，由定性及定量到分子生物學研究年度間遺傳組成。今年主題延續去年將資料延伸到將苗栗灣瓦漁業保護區的花蛤，進行比較分析，成果發表題目為「台灣小眼花簾蛤的補充及成長」The recruitment and growth of *Ruditapes variegata* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) of Taiwan”，藉由此次發表及會議，與國際學者交流，瞭解鄰近國家日本及中國的研究趨勢，並尋求與國際水產資源與生態研究的認同。本研究樣區在苗栗的西湖濕地，後龍溪口附近的灣瓦漁業保護區自 2014 年十一月到 2015 年十月，共採集 2,610 個體超過 4,888 g，平均豐度  $8.7 \pm 3.0$  ind./m<sup>2</sup>，生物量( $15.0 \pm 7.7$  g/m<sup>2</sup>) 和 殼長介於 3.67 到 36.31 mm。以 FiSAT II 軟體分析 von Bertalanffy 成長方程式得到  $L_{\infty}$  為 40.01 mm，K 值為  $0.64 \text{ yr}^{-1}$ 。推估  $t_0$  是 0.4187。經由殼長頻度分布圖的觀察計算，一年內有兩個補充群出現在一月和九月。

論文摘要論文海報張貼: 台灣小眼花簾蛤的補充及成長

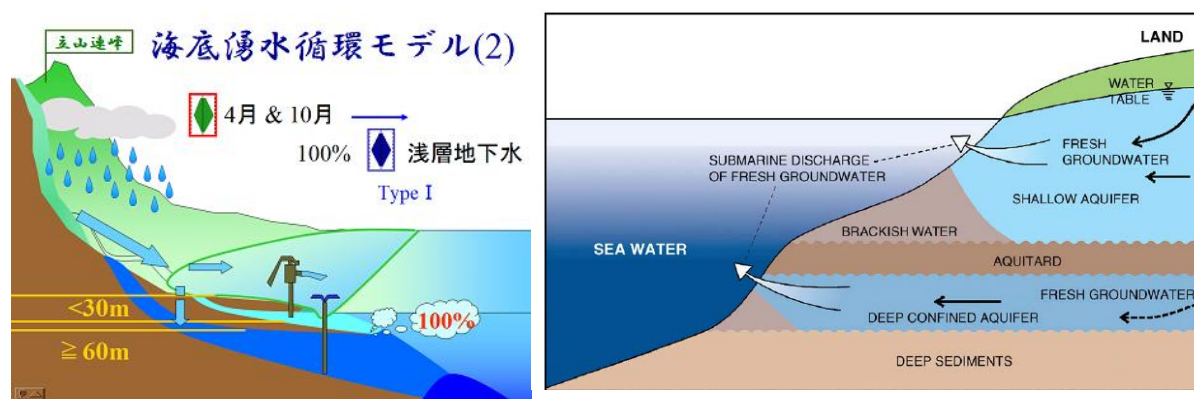
” The recruitment and growth of *Ruditapes variegata* (Mollusca, Bivalvia, Veneridae) of Taiwan”



這一次的日本水產學會春季大會，大會的主題講座有針對地下水及湧泉在陸地與海洋之間的交互作用的論壇，並以沿岸地區海洋生物資源的永續利用與地域社區之間的關係，進行一系列的討論。這個討論群組裡面再分為三個大主題以及綜合討論，第一個主題講到地下水以及湧泉的調查方式及歷史與發展，接下來第二個單元講到了地下水與海底湧泉及水產資源之間的關係，最後談到社區環境與地下湧泉的活用。

這一個場次主要是要討論海底湧泉 submarine groundwater discharge 以下稱 (SGD)的水文以及在生態上的重要性。海底湧泉是指從海底（高潮線以下）進入海域的所有水流，不管這些水流的物質組成、來源和驅動力是什麼，包括由水力梯度驅動的陸源地下淡水輸入，以及由潮汐泵、波浪和密度梯度驅動的再循環海水輸入。SGD 的湧出速度受到內陸地下水的補給速度、下伏地層的岩性、結構和構造以及海岸帶海洋學過程的控制。因為存在多種多樣自然因素和人為因素（如降水量、潮汐、風暴、地下水開採等）的影響，SGD 存在時空變化性，海水的潮漲潮落引起濱海含水層中地下水位有規律的波動。同時潮汐的漲落在濱海含水層地下水與海水的相互作用中扮演著重要的角色，因為沿岸海域的生物生產力，水擔任了陸地到海洋傳遞這些不可或缺的營養鹽的角色。

地下水和海岸湧泉裡含有大量的營養物質，因為如此，此處的生物生產力有相當大的發展潛力。此外地下水和湧泉是人類生活不可或缺的重要資源，所以陸域的用水，和海域的漁業資源間形成衝突。目前地球暖化影響到環境生態，而水產生物資源及地下水及湧泉水的永續利用更需要關注。因此，這個包括水產學、水文學、生物學到社會經濟活動都必須要有整體的考量。這一部分必須整合沿岸的水生生物資源學到集水區流域的社會經濟，囊括了許多跨領域的科學。



第一段演講，主題是地下水和湧泉的調查方法及發展，是由日本綜合地球環境學研究所的谷口真人研究員，發表水文學與水產學間的連結與世界研究的動向。內容談到了沿岸地區水域，是淡水地下水與海水之間動態連結的關係，陸地的地下水由上游往下游流的過程，有的成為地面溪流水體流出，在有些火山岩地形透水性較好，以及沿岸離海近陡峭的地形，就會在海岸地區形成海底湧泉。

海底湧泉的相關研究在 21 世紀有極大的進展，包括了沿岸海洋學的研究學者，以及海洋水文學家及陸地水文學家共同研究，也開始推動國際間的研究行動。此外地球物

理學的研究的進展，了解海底湧泉與潮汐水流之間的關係。此外地球化學學家進行調查海底湧泉的成分，釐清來自於陸地淡水與沿岸海水的成分比例之關係，淡海水之間循環，進一步評估海底湧泉裡營養鹽的成份。這些都對全球的海底湧泉研究的進展有相當大的幫助。

同時水產資源與陸地水文以及河川水體帶來的營養鹽的輸送，加上生物地球化學的循環觀點，讓我們對海洋生物生產力、漁業資源與海底湧泉的關係逐漸明瞭。有些沿海地區，同一種的貝類在海岸線上面的分佈的區域是平行分布的，是從以前就知道的。但是現在慢慢明瞭這貝類的分布除了溫度和光的影響外，也發現和海底湧泉地下水的湧出、影響局部海水溫度與濃度的結果，對這些貝類分布都有影響。也是海底湧泉的分佈與海岸線平行潮位互相連結。因此水產資源的關係海洋與陸地整合性的水域管理，必須要以河川的角度從陸地到海洋之間以及海底湧泉與陸地與海洋介面的關係，都必須是列為日後流域管理重要的方向。

由岡山大學大學院環境生命科學研究科齊藤光代教授以及廣大院總科小野寺真一等人，他們針對了在海岸區域地下室之海水與陸地的淡水地下水形成一個鹽度濃度界面，稱為”鹽淡境界”進行研究。當降雨後雨水滲透到地下水再流出這個水循環形成後，地下水脈開始流動，”鹽淡境界”在海岸線下深處產生，此時若淡水由海底湧出時，就成為海底湧泉 (Freeze and Cherry, 1979)。當退潮的時候，地下水的水面高於海平面，這個時候海底湧泉的地方就會出現，相反的當漲潮的時候，海平面高過地下水位這個時候會反方向滲透也就是鹽淡境界。在地下水中營養鹽濃度變化，其中無機態的磷酸會再往海的方向逐漸上升，這時 SGD 裡面的磷供應了沿岸生物的生產進而影響到沿岸生產力，因此近年來 SGD 與沿岸生態系影響包括海帶、牡蠣、魚類等水產資源的關係也逐漸受到重視。

有關地下水、海底湧泉及水產資源的關係，京都大學的小林志保博士，針對初級生產力與地下水及海底湧泉之間的關係進行報告。地下水豐富的地方在海底下鹽度會比較低，微細藻類、大型藻類及紅樹林群落分佈與生產力，都與海底湧泉有關係。從 1920 年到 1990 年之間，開始針對這基礎研究，了解地下水海底湧泉與沿岸生態系統的影響。1980 年代，開始以穩定同位素作為基礎生產力研究的工具，這些研究題材包括了美洲東海岸的鹽沼濕地與鄰近的河口地區，包括人為排水及所涵養的地下水與基礎生產力的影響。以穩定同位素研究地下水的影響，地下水受到人為汙染後，附近的海域會造成汙染而形成赤潮的現象。

另外一方面，在貧營養的環礁、沙岸和潮間帶等海岸地形，地下水是影響基礎生產力的重要因素。地下水的水質基礎生產力是相當重要的基質。自 1990 年之後，以地下水中的化學微量元素-氫，可以用 MODFLOW 等模式進行運算，進而推測海底湧泉分布的現況。在西元 2000 年，沿岸海域地下水的生態系統相關的研究越來越多，如在西非的以穩定同位素的數值模擬，發現海草的成長與地下水之間的關係相當密切。而德拉瓦灣的沙洲及潮間帶地下水湧出的地方，有比較多的浮游藻類，也為以這些藻類為食的浮游動物提供了當地的生產力。

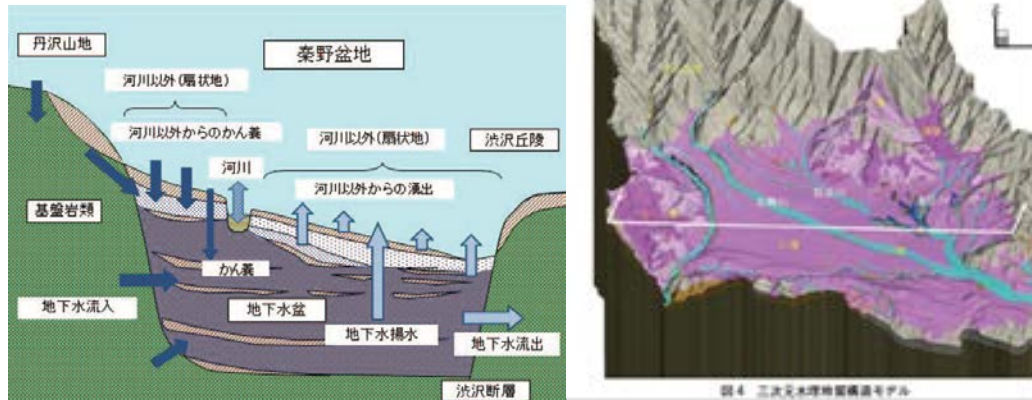


福井大學海洋生物資源系的富永修教授，評估了海岸二枚貝的生物生產力與地下水海底湧泉之間的關係。一般而言，沿岸地區來自陸域的河川帶來了豐富的營養鹽輸送到海裡面，近年來研究河水運送營養鹽輸入海洋的評估相關也越來越多，並也進一步釐清海底湧泉與河川水文影響海域水文及生態之間關係的研究，同時也開始研究地下水水文、水質營養鹽與初級消費者之間關係，因為初級消費者直接與一級消費者有密切的關係。在日本沿海海域的花蛤是一項相當重要的水產資源，在 1980 年花蛤的全國總漁獲量高達 16 萬噸，而到 2013 年的時候劇降只剩 2 萬噸，花蛤的資源主要減少的原因是因為營養鹽的供給通道被擾動甚至打斷，影響到上一級的營養階層，浮游藻類的生物量。這些干擾包括沿岸人工垂直的護岸的構築工事，埋立基樁後造成了地下水通路的阻斷，而這些改變都會造成沿海地區養分供給量的變化。本篇報告強調了，過去往往只注意到地表圈河川表面的水流對沿岸生產力的影響，而進一步闡述到地表下地下水存在的意義，也闡述了這個領域未來研究的重要性及重點。在海底湧泉的環境，其地下水含有一定濃度的氦，藉由分析這些元素可以分析動植物體來自地下水的訊息，因此經由海底湧泉與沿岸生物生產力之間關係的研究，分析了解環境裡的微量元素、氧氣與碳之間同位素的組合。藉由穩定同位素了解地下水、海底湧泉及海水之間的比例變化，同時分析比較二枚貝貝殼裡面的鈣跟鎳及有機碳之間的比例，就會了解海水與海底湧泉對這些貝類成長的影響。

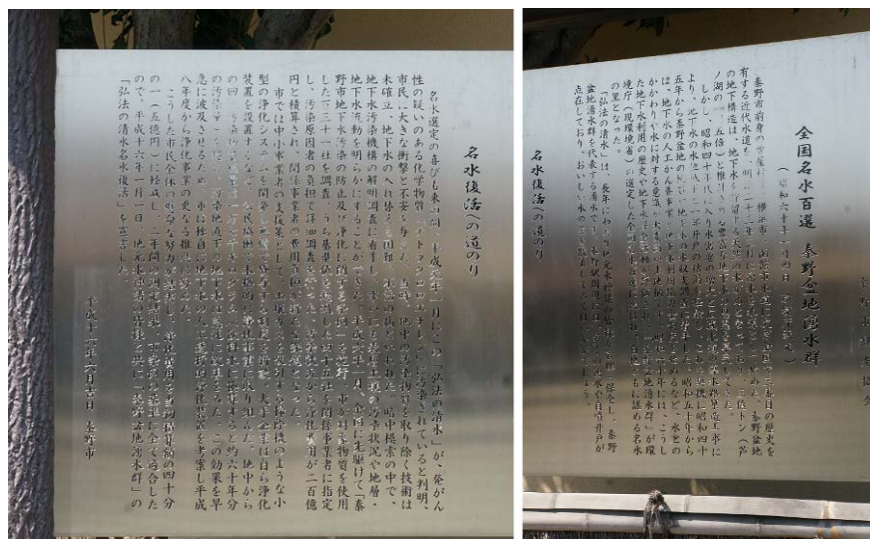


## 湧泉調査及採集

這一次湧泉環境調查及軟體動物採集，選定了伊豆半島的秦野盆地湧泉群。樣區位於日本神奈川縣的西部，因為地質因素在盆地內有大規模的湧泉。由於秦野盆地被北面和西面的丹澤山系，以及南面的澀澤丘陵及東側的弘法山包圍成盆地，盆地裡貫穿了源自丹澤山系的水無川與金目川，而在此處形成了扇形沖積扇，蘊含了秦野盆地豐富的地下水，蘊藏的水資源量比位於箱根的蘆之湖還大。這些地下水在沖積扇的前緣湧出，形成壯觀的湧泉群。

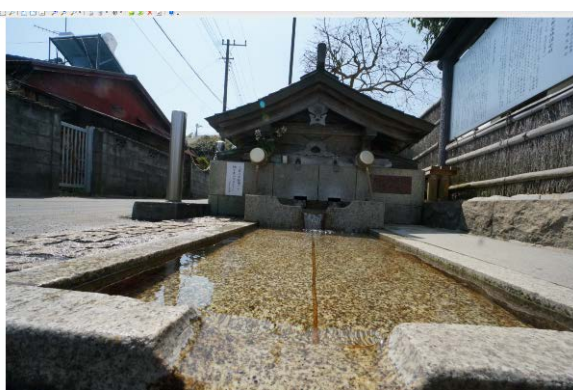


秦野湧泉群的保育歷程可以說是日本的地下水資源保育的縮影。秦野市早在 1985 年 1 月就被日本環境廳(現在的環境省)將秦野湧泉群選為”全國名水百選”，但是在 1989 年 1 月弘法の清水湧泉被檢驗出受到四氯乙烯汙染，因此秦野市在同年 10 月建立了地下水污染防治委員會。而且，次年成立了地下水污染對策審議委會的專家團隊，在 1991 年開始對於市區內汙染開始調查並擬定對策。1994 年 1 月秦野市公告了全日本第一個“地下水污染防治和淨化相關條例”。至今為止地下水汙染物移除及恢復地下水自然循環仍是秦野市政主要的工作目標，由於淨化地下水的請求大，這期間一直持續發展以人工抽取地下水淨化後，再將除去汙染物再補注回到地下水層裡的“人工透析設備”，直到 2002 年才達到水質標準，至 2004 年 1 月 1 日秦野市宣佈了“秦野盆地泉群”的名水復活宣言。



秦野盆地泉群主要分佈在位於金目川、葛葉川、四十八瀨川、水無川一帶的湧水區共 21 個湧水口的位置，其中有幾個湧泉可以搭乘小田急小田原線在秦野驛下車，下車後以步行的方式探訪，由秦野驛出發，可以安排一天的健行行程造訪這幾個湧泉口。

出了秦野驛後離開站前廣場，沿著水無川往下游方沿著河岸西行，之後在第二個路口往南轉入巷子口就到達位於秦野驛站的西北角的弘法の清水；這段路步行只需要十分鐘。弘法の清水位於社區內巷弄轉角處。精緻的取水口，流出攝氏 16 度的冰涼泉水，根據記錄每天可以穩定湧出 100 噸，有許多附近的居民會來這裡取水使用。這口湧泉的起源有個古老的傳說。在很早之前某一日的夏日，有一天有個雲遊的僧人行腳至此，因為天氣炎熱口渴不以，於是向路旁一間農家正在農忙小女孩討口水喝。這戶農夫家裡沒水，小女孩於是請僧人稍作休息，這小女孩就出門去。出門的小女孩過了一陣子仍遲遲未歸，原來她是去到很遠的地方去取水。那僧人深受感動感謝之餘，拿起法仗往地下用力一鎚，這時法仗所槌之處立刻噴出湧泉水來。後來的村民才知道那位僧人正是弘法大師，所以就稱這口泉井為弘法の清水。



#### 白笹稻荷神社的湧泉水源

從古至今，日本被認為是“豐葦原的水穗之國”，也就是種植水稻的農業國家。稻荷是稻米穀物的原神，水稻作物要生長就需要水源。在白笹稻荷神社前方不遠的樹林外裡有“秦野今泉字芹澤小字一貫田”的標示。這口湧泉每日的湧水量是 7000 噸，文獻記載著這裡曾是最優美、最清澈的水源，也是秦野市重要的自來水水源地。但是本區位於水源管制區內，因此只能從圍欄外，觀察園區內的蔭蔽而茂盛樹林裡的抽水設備等等水利設施。



白笹稻荷神社的鳥居旁有一個天然的泉水湧泉口在正殿前鳥居左邊。這口泉水被引流至四前的 一個湧泉池，湧泉池上方橫過了一組竹筒，清澈冰涼的湧泉水由竹筒內滴流而下，在竹林密蔭下，伴來源源不絕的湧水，心中也傳來陣陣的清涼音。

這個神社裡供奉的是「お稻荷さん」也就是”敬愛的稻荷大神”，祂的神祉尊稱是「宇迦之御魂神」也是就是掌管稻作農業的神。因此是掌控包括吃的食物、穿的物品、住家、還保佑一切人世間生活。同時也庇佑居家平安，事業興隆，連消防竊盜除厄及交通安全等等民生福利，幾乎等於神祉界的內政部長。而在日本的農村民間信仰，自古以來相信春天來到時，「山之神」會降臨到農村而化身為「田之神」擔任保護稻作的成長，到了收穫後秋天時就回到山上化身為「山之神」。而狐狸會在「山之神」或「田之神」出現的時期現身，因此在的農民相信它是「田之神-稻作之神」所派遣來的「神的使者」，因此，狐狸也在稻荷神社前佔有一席之地。

因此在湧泉池旁有狐狸大仙的塑像，在日本的傳統中”お稻荷さん”在大多數人印象中都有「狐」的印象、但其實神名裡的「宇迦（ウカ）」具有食物、穀物之意，故為食物之神祇。由於是伏見稻荷大社（位於京都市伏見區）的主祭神，加上此神明的別名「御饌津神（ミケツノカミ）」與狐狸古日語發音「けつ」有關，所以狐狸自古便被視為稻荷神（食物神的總稱）的使者，所以狐本身是神的使者而不是神，但也因此，在神社外同時也供奉著狐狸的塑像。



まいまいず(螺旋型)井戸，這個泉水位於南公民館館前廣場旁。為什麼這口井要修築呈螺旋形，原因是早年掘井的技術差，要掘出深而垂直的井很困難，所以把上面近地面部分也就是開口部份開大一尺往下像螺旋狀掘下去，人就可以容易地以螺旋方式往

下到靠近的地下水面的地方取水。因此這個泉口所營造的外觀，是模仿上古時代建造井的外觀所命名，融合了水利使用的傳統的意象呈現。目前這口井是用來作為地下水質監測、改善、以達到適合飲用水質的標準的監測用水井，水源來自地下 20 米的地下水自噴井。



今泉名水櫻公園這個公園，位於秦野湧泉群裡有名的“今泉湧水池”，秦野盆地內的地下伏流經過沖積扇的卵礫石層向下游流動，並在沖積扇末端的今泉區湧出。這個區域的泉水以前被荒地所圍繞，在昭和初期規劃營造出目前湧泉池的景觀。每日由池底約 2,500 噸的湧泉水湧出，在秦野盆地湧水群中湧出量是相當高的。秦野市在 2005 年 1 月 1 日為了紀念秦野市立市 50 週年紀念而設立了這個賞櫻景點，目的是為了保留下這都會區內珍貴的水濱環境。於是結合設計親水設施規畫步道，並以水生生物為主體設計水濱微棲地，完成這個湧泉櫻花公園。公園裡的櫻花和湧水池的概念是由名建築師安藤忠雄所設計的基本概念，讓湧泉池和櫻花在四季呈現了不同的精彩景緻。歷史上這個湧泉池是古代先民取水的地方，因此發現大量的石器時代，奈良時期及平安時代等的陶器碎片等文物由池底被大量挖掘出來。

本樣區調查於本湧泉區採集得淡水螺類，川蜷 (*Semisulcospira libertina*) 共 50 隻，為目前本研究室親緣地理研究所需要之材料，十足珍貴。



いまいずみほたる公園

今泉螢公園是今泉台邊的濕地，名為“今泉螢公園”，位置靠近向原湧泉而形成的濕地的地形，社區在這裡復育螢火蟲，區內有解說看板在此介紹溼地裡的棲息的生物物

種，以及溼地營造的緣由。

秦野盆地內與其他湧泉區一樣，因為都市化的影響包括道路興建切割，不透水鋪面比例變多，湧泉量變化相當大而且有日漸減少的傾向。這一次現地探勘發現，雖然有些湧泉點或者取水口仍有相當豐富的水量，可是有的湧泉點僅僅剩下湧泉出水口設施或遺址。雖然有的地方仍有水井景象，但是並非真正的湧泉。但是，只要是出水量穩定的湧泉取水處，仍有許多習慣甚至是營業用的使用者，利用大量且大型的塑膠桶取水，甚至要取水就要排隊等上幾十分鐘。在假日時造成取水人大排長龍，地方居民希望這些營業用水者能避開週末日，利用平日來汲水，但是這些喜好湧泉水的人潮都證明這些湧泉取水場，以及被指定為名水百選之中的“美味好喝的水”這個事實是名不虛傳，而且充滿魅力的。



## 潮間帶調查及採集

本次採集的地點為伊豆半島的靜岡縣的下田海岸，海岸環境為岩礁及礫石交互的硬底質海岸，下午 14:00 為低潮，本次採集時間由 12:30-15:30 約三小時。本區鄰近龍蝦及鮑魚的保護區，規定於禁漁時期不得採集。特別的是，森里海的概念在日本是處處實踐，下田海岸和聚落之間，鄰近海岸不論遠近的山地皆設設為保安林，同時也是建構於森里海的基本概念下所設立的。

本次採集範圍，避開保護區，分成高中低三個潮位採集，目標為珠螺、草蓆鐘螺複合種、玉黍螺、笠螺及青螺科為主，以作為親緣地理之分子生物實驗研究用。為本研究室目前研究方向的材料，單一種類數量皆達 30 個個體以上，已經完成部分標本的定序。





## 建議

1. 日本水產年會議程中，裡面的議程主題研究，包括了漁業、生物、增養殖、環境、化學及生物化學、水產利用及加工等領域，同時也包含了社會科學如沿海漁村社區發展。而每年年會議程中都會針對當年的自然環境及水產產業等重大議題，經由學會理事討論提案，擬定為下一次年會的主題方針。這些議題的呈現都能反映到實際需求，而且務實且切合社會及產業需求的，能夠真正落實科研應用的目標。且在年後都有看到不同的成果呈現，並且有重大的貢獻和應用價值，這是將研究落實於民生社會需求。
2. 這一次研討會有關海岸湧泉的主題，從水文、地質、基礎生產力、浮游動植物，再談到多樣性的問題，一連串系統的研究，由不同的團隊進行發表，大會的精心安排場次及邀請講者，整個研討會過程，彷彿上了一堂紮實的課程，在學術的學習和成長讓人印象深刻
3. 本次淡水軟體動物選擇了伊豆半島的秦野湧泉，這個社區曾經擁有相當豐沛及純淨的湧泉水源，但是卻因為鄰近水源地的工業污染，而造成水質一度無法飲用。但也因而，喚醒了社區居民的共識，進而一步一步發起恢復湧泉及保護水源的運動。可以在市區內，看到許多水源保護的行動措施，並且由公部門及社區團體學校等不同的群體分向合擊，充分表現了保護水源的決心。
4. 本次海岸潮間帶的軟體動物採集，所選定的下田潮間帶部分海岸為保護區，因此原來選擇的採集點無法進行採樣，因此必須換點，因此採集前必須要進一步查詢樣點的保育等級以及資訊的更新。