

「陷落的地平線——台灣地下水資源問題」評論二

◎范光龍

張石角教授的論文，對台灣沿海的地層下陷以及地下水資源問題做了相當完整的描述與探討，內容非常豐富，本文分別針對地層下陷以及地下水資源補充一些資料並加以評論。

一、地層下陷的問題

相對於地層下陷的現象就是海平面的上升，這本來就是地球上的大自然現象，一般可分為三類：

1. 地殼彈性

地球之地殼本來就有彈性，只是彈性反應相當慢而已，例如在冰河時期，高緯度地方很多高山受冰雪的重壓，地殼被壓陷了一些，等到後來地表溫度漸升，冰雪融解了，地殼所受壓力減小，於是地殼緩慢地隆起，又由於質量守恆的原理，鄰近有些地方就會緩慢地下陷，在地殼下陷的沿海地區，我們就會察覺到海平面逐漸上升了，例如蘇格蘭陸地每年上升三公厘，而荷蘭每年

下沉二公厘，就是由於地殼彈性的反應。

2. 板塊的運動

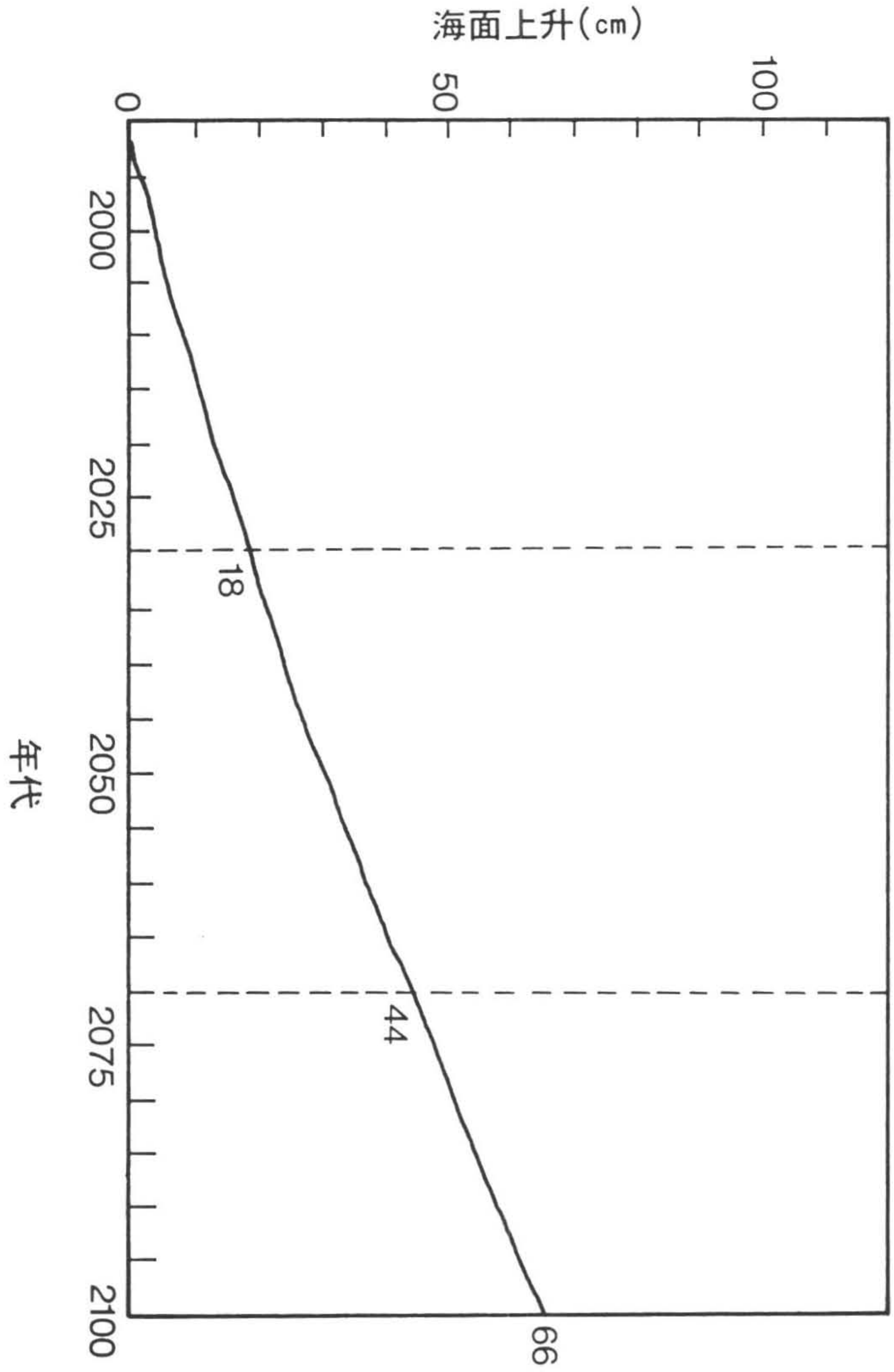
地球外貌常因板塊運動而改變，有些地方漸漸隆起，另有一些地方則漸下沉，例如我們在喜馬拉雅山脈三、四千公尺的地方發現海底生物的化石，是屬於上升的板塊，相對的，我們也在上千公尺深的海底發現陸域河口的沉積物，則是屬於下沉板塊。

3. 地表溫度的上升

大約二萬年前，海平面比現在低約一百公尺，當時中國大陸與台灣以陸相連，後來地表溫度漸增，陸地上的冰融化流入海而使海面漸升，直到大約三千年前左右才穩定下來，然後一直維持到現在很少改變，近年來由於溫室效應的影響，地表溫度又有上升的趨勢，這又將造成海平面的上升，而造成溫室效應的原因是由於大氣中的二氧化碳含量增加了，大氣中含太多量的二氧化碳，它不會影響太陽以短波方式傳入地球的熱量，卻會阻擋部分地球以長波方式傳送出去的輻射熱，因此會造成地表溫度的上升。

根據調查，三十年來大氣中二氧化碳含量增加了十%左右，造成二氧化碳含量增加的原因主要有兩個，第一、近百年來工業國家大量使用汽油等石化原料，而燃燒汽油必然會產生二氧化碳，第二、由於近數十年來，地球上大量砍伐森林的結果，樹木在白天會吸收二氧化碳行光合作用，砍伐森林等於減少了降低二氧化碳含量的因素，自然會使大氣中的二氧化碳含量增加。

科學家預測將來海平面上升的趨勢如圖一所示，到了二〇七〇年海面可能上升四四公分，到了二一〇〇年則可能上升達六六公分，在下一個世紀，我們大概難逃人類肆意破壞大自然生態所



圖一 預估將來100年海平面的上升趨勢

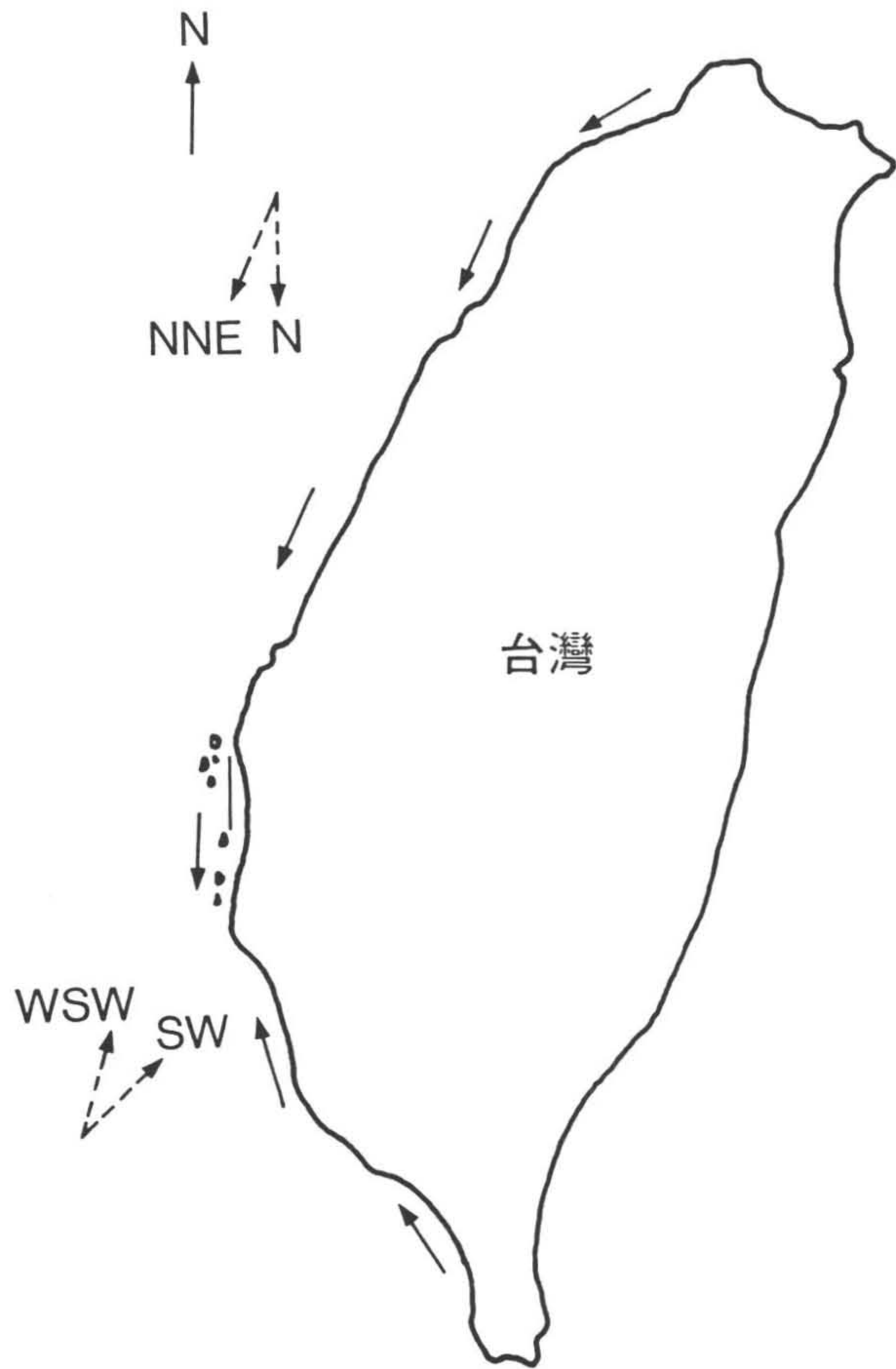
造成的惡果，另有一些科學家估計，不到一千年內，等到地表溫度上升至某一程度，全球冰雪全部融化了，海平面會上升三十公尺左右，由於世界上大部分大城市都是在海邊，實在不敢想像人類將如何調適這大自然的災難。

地表溫度升高使海平面上升對台灣沿海地區當然會造成威脅，但到底那是數十、數百年後要面對的問題，而我們台灣住民好像等不及了想看海平面上升的奇景，肆意超抽地下水，因而造成部分沿海地區的陸面比海平面低，需要加高海堤以護村，一旦海水倒灌了，便成水鄉澤國，根據張教授的資料，台灣地盤下陷區總面積達一一七〇平方公里，占平原總面積一一〇〇〇平方公里之十一%，這是相當高的比例，政府至今竟然仍未提出有效對策，更令人震驚！

二、地下水資源的問題

台灣西部沿海地區的地下水問題與近百年海岸地形的變化息息相關，而波浪是影響西部海岸地形的主要動力，波浪進入淺水區後，由於受到海底摩擦的影響，波浪會破碎，如果波浪到達海岸以前，它前進的方向並非垂直於海岸線的話，波浪破碎後便會產生與岸平行的沿岸流，沿岸流有相當大的帶沙力量，台灣西岸北部所受風向主要來自北至北北東方向，波浪造成的沿岸流往南，南部所受風力則來自西南至西南西方向，沿岸流流向北，造成台灣西岸漂沙的一般漂移方向如圖二所示。

沿岸的漂沙活動在有些地方造成堆積，甚至形成海埔新生地，在有些海岸則造成侵蝕，百餘



台灣西岸的主要風向 --->
一般漂沙方向 ——>

圖二

年來在台灣西海岸的南、北部多有侵蝕現象，例如台北縣的八里海水浴場，原有相當寬廣的沙灘供遊客活動，近數十年來受侵蝕的結果，所剩沙灘不多，而屏東沿海也多海岸侵蝕的記錄，在中部則多堆積成的海埔新生地，例如當年台灣三大港之一的鹿港如今距離海邊三、四公里，台南縣七股鄉以前叫鹽埕，六、七十年前還在海邊，是曬鹽的地方，如今也已離海邊好幾公里了，在這些堆積型的海岸，其沙源除了部分來自南、北部的侵蝕岸沙外，主要是河川自上游帶至河口的沙粒。

在上述海埔新生地最忌諱的事情就是超抽地下水，這在張教授的論文中也提到了，在這種地方超抽地下水會造成地層下陷、海堤潰決、海水倒灌、土壤壓密以及土壤鹽化等等災害，環境一旦破壞了，以後再多的補救都無法恢復原有的面貌，大家都知道地層下陷主要是養殖業超抽地下水造成的，這個問題尚未解決，近年來政府還積極規劃開發西部沿海做為工業區，以後一定造成水資源更短缺，可能又需抽取更多地下水應急，對自然環境的破壞只會雪上加霜，其後果實不堪想像，現在，大家只顧眼前的利益，拚了命在超限使用所有的大自然資源，而沒有注意長遠的永續利用，我們實在很對不起我們的子子孫孫。

研討內容

發言

陳泰安

關於沿岸地區水產養殖和地層下陷在法律與政策上的問題，因為這已非單純的技術上或科學上的問題，應該從社會科學面來解決。我們請與之相關的人作了一份問卷，結論如下：一是，不管是行政官員或養殖業者都認為養殖業抽取地下水與地層下陷有很大關係，但是不只養殖業抽取地下水，甚至連公家機構都如此，包括台糖、自來水公司，於是對養殖業者而言，真是「只許州官放火，不許百姓點燈」。二是，養殖業的興盛是因農政單位的推廣，由此可見當初政府在推廣時並未將水資源作有效的分配，後來以管制、取締來挽救卻不成功，癥結在政府應把水資源供給重新分配，並輔導他們如何改變使用，才有可能解決這個問題。

黃宗煌

在張教授的論文中，圖二的曲線圖可看出，下陷地區的沉陷量與它每平方公里養殖抽水量之間並非一定是正相關，我認為這個曲線圖可能會誤導民衆，因為每個地區的地質結構不同，即使對相同的抽水量而言，其下陷程度也會不同，如果就不同地區對下陷程度的反應連線起來，可能並不適合。再者，論文中指出，養殖業年抽取地下水只有三三億立方公尺，占四五%，因此將地

層下陷推給養殖業有欠公平。這敘述的涵意好像是說地層下陷的社會責任分擔，抽水量是唯一依據，實則我們應視其對實際下陷量的貢獻而定。再者，黃處長剛才提到，政府提出預算給縣政府，要求做違法取締，結果卻徒勞無功，這顯示出執法不彰，之所以如此，是因一、執法成本太高，其原因是——縣政府是百姓選出來的，它與地方利益關係太深，與中央政策觀念無法相符，並且這些違法措施如無法有效管制時，要取締自然造成成本太高。二、在誘因的說明上不可太過直接，如指明要取締，反而更不好辦。

陳小姐

一、我建議政府編列二十億元預算來用作生物永續淨水法。二、養豬廢水的問題。三、永續破壞的大元兇——水泥業應緝捕。這三個大問題希望成立立委團專案作研究。至於工廠抽取地下水不是沒有責任，需要政府有魄力的帶頭來改善。

中山大學中山研究中心副研究員

這兩天的討論的確使我們看到了很多問題，但這些問題是早已存在很久的了，它之所以到今天仍舊無法解決就表示這已不是技術層面的問題了，已經是社會層面的了。當我們在談「永續經營」時，應該去看經濟與資源如何協調，事實上，任何資源會發生問題絕對與經濟角度脫離不了關係，爲了要落實研討會的議題，請從經濟、社會各個層面去思考。

鄭先生

對於張先生提出的三庫的觀念我非常贊同，其中的綠色水庫事實上是土壤水庫，我們能對其盡力的方面只有下列三項，第一項，做好給水區上游的造林、保林及水土保持的工作，讓給水區

的水源地發揮其應有的調整功能。第二項，做好水資源的建設。第三項，人人除了開發水資源，更應有節流的觀念，這是個人的責任。

台北自來水事業處生產科

我有下列建言，一、期望能建立國土、環境資料的完整彙編，作為整體規劃的基礎。二、各相關部門、產業主管間應以「永續利用」為底線、共識，來建立一套配合、合作的制度。三、從台北水源特定區的問題已反應出大家的社會正義、公理淪喪，這是不容忽視的。四、期許時報文教基金會這樣的研討會結束後，應釐清各方的建言，並使之上情下達，收到實際的效果。

社會保育中心河川生態研究所

我們在此研討會中不斷提到水資源的利用、開發，並且一直苛責說：「誰用了水？」，卻沒有談到水資源的補助，沒有談到誰應該去管理、維護我們的土地及水資源，尤其像許多地下水資源豐厚，照理說不該地層下陷的地區卻下陷，這是誰的責任呢？嘉南、屏東平原的地層下陷與水田種作是否有關呢？當然，水稻種作在台灣已是相當重要的生態，但其是否一定是正面的功能呢？可能因為水稻的種作使地盤硬化，造成不透水層，進而使天然補注的功能喪失了。水庫是重力庫是否會引起地層下陷呢？希望地質專家能給予解答。

新竹野鳥協會法律顧問

張教授的論文中亦提到，抽地下水量並不一定造成地層下陷，這與其地質有關。

榮工處主任工程師

我認為水資源永續利用的問題根源在人，每個人應該以中華民國的股東來看待我們的大環

境，來視其整體的需要，來關懷整體的利益。

張俊男

是教育的破產使得今日水資源發生問題，我們台灣目前每一個企業，每賺一元，就應付出十元的環保補償費。對環保署和農委會我有一些建言，環保署應力行取締違法排放污水，農委會不應再釋放土地，使之炒作，不要再使美好的土地作各種破壞的開發，不應再助長掠奪土地的行爲了。

沐先生

關於補償問題，目前仍有爭議，從經濟學的角度而言，這只會造成惡性循環，例如：空氣污染，如果政府補償台北地區，則使人更往台北來，空氣品質只會更糟。

陸先生

森林，即綠色水庫還是改善水資源的癥結。希望下次類似這樣的研討會能請各方面的專家來，有如公聽會，集合大家智慧的結晶，再交由政府策劃。關於水價，真的是應調至合理的價格，否則自來水公司經營不下去，水價應由公聽會來決定。

台北縣政府吳建興

1. 政府在規劃邊際土地利用時，配合了水土保持工作，基本上政策沒有錯。
2. 政府研討了許多養殖的技術來使老百姓從事養殖工作有錯嗎？政府希望百姓合理、合法的從事養殖工作，並不准許他們超抽地下水，並不准許他們在不適當的地點作漁塢。

3. 農地造林有錯嗎？沒有錯，因為現在許多農地荒廢不從事農作生產，何妨使之造林，多一些綠地，並不是要特別鼓勵造林。

4. 今天談到農地釋出的問題，事實上所釋出的是已遭受污染，無法再耕作的農地，既然工業或其他方面有需要，則只好釋出使用。其實環境的破壞是因經濟進步及人口增加，故在思考環境問題時應從各個層面考慮。國土規劃的問題應從整體的方向去思考。

林船登

首先我來回答法律顧問所提的問題，之所以有些地方抽地下水會下陷，有的地方不會，這是因為工程施工的問題，如能好好施工，不要連土抽出就不會造成下陷。關於水污染的問題應與垃圾問題一併處理，現在台北市的垃圾處理費是放在水費中，水用愈多，垃圾處理費就愈高，這是不公平的。我建議應把垃圾處理費放在電費中，而污水處理費放在水費中是沒有錯的，因為用水愈多，所產生的污水自然就多。關於用人，政府機關應以實際經驗為考量而不是以高學歷為優先。關於工程設計的問題，從招標、發包根本是已內定，結果所選出來的公司當然不是品質好的廠商，工程弊病自然多了。還有，投標資格的設定根本是要達成其內定的目的。

中華顧問大地工程部丁乃希

土壤顆粒其實是扁平的不是圓的，通常土壤沉陷是因為負荷過重，而不是抽取地下水。在地表下十公尺以內之土壤受到開發或蒸發等，故其壓密程度比較大，而在地表下十公尺以下的土壤叫「正常的壓密土壤」，其受開發程度較少，而我們抽取地下水，是從深層往上抽，這是致命的情況，現在當務之急是研討出如何將水再注入地下的技術，使之再恢復涵養的功能，再度成為綠

色水庫，一掃過去因抽取地下水而造成地層下陷的最嚴重兩個國家（台灣、墨西哥）的惡名。

陳金鳳

所謂跨部會的公聽會完全只是政府官員私自解決、決定某些事項的手段，沒有開放給社會人士參與。

台北市農會總幹事黃方正

關於水教育顯然是不夠，應該從幼稚園就開始重視。希望我們學校的推廣教育能有正確的關於水的知識，至於社會教育希望能結合平面、立體的媒體來推廣，並且開放這樣的研討會給全民參與。

某某先生

一個錯誤的政策是比專政更可怕，所以在此我要提供一點觀念給政府決策人員。所謂外部經濟即外部利益，就是享受到經濟效益卻不必付費；外部不經濟即一個人的經濟行為產生的結果他不必去負擔，例如：濫墾濫伐，如果不加以課稅，他就逃避掉責任，再例：空氣污染，因大家都在污染，無法去懲罰任何人。對於外部不經濟，經濟學上其實已有很完善的對策——課稅，也就是外部成本內部化，當然不是只有課稅，還可採管制或其它方式。今日我們常說的「污染者付費」或「使用者付費」就是這樣的觀念，所以，對於外部不經濟不能補助，對於外部經濟應鼓勵，任何產生外部利益的可補助鼓勵。當外部不經濟出現時，政府應該出面，把不經濟的負面效果減到最低，其實今日水污染的問題這樣嚴重，政府應該要負起政策不完整的責任。

吳應龍

其實大家所講的種種問題的癥結在於：人太多。但是我們也不必悲哀，因為從現在開始做不會晚。

張先生

我們的台灣從前青山綠水，現在垃圾山、黑水、黃水；從前鳥語花香；從前空氣看不到、聞不到，現在看得到、聞得到，要戴口罩，我們真的很悲哀。

范光龍

謝謝時報文教基金會舉辦這樣的研討會，真的是公德無量，藉由這個研討會希望能提高我們的生活品質。由以下兩件小事可以看出我們的社會真的是經濟發達、文化低落。一、英、法、日的錢幣，紙鈔上面不乏偉大的科學家、文學家的肖像，而我們的只有蔣中正和孫中山先生。二、世界上最愛金子的是以色列、韓國及台灣，我們的社會總是向「錢」看，什麼都是錢。我是真的覺得我們的社會出了問題。

張石角教授

我非常同意剛才清華大學那位先生對我論文的指正，的確抽水量引起的壓密程度是與地質有關。再者，我也同意他所說的，誰引起地層下陷就該誰負責。我對上述發言所提的意見也有一些感想，1.我非常同意類似這樣的研討會應該廣邀各個角度、各個層面的專家來共同參與。2.可能因我們的民族性及教育，使得我們不懂得規劃工程，也沒有前瞻性的想法，希望大家一起努力朝此方向改進。3.台灣目前還是在以索賠為訴求的低層次環保概念。尚須努力走向高層次。4.所謂中央政府與地方政府所產生的觀念不一就牽涉到微觀與宏觀的問題，微觀所提出的較多是數據性

的資料，較具說服力，而宏觀比較不能提供有說服力的概念，但若以微觀的資料來做決策一定產生錯誤，這樣矛盾要如何解決呢？希望政府未來以宏觀的觀點來做微觀的事項，才不會產生短視的問題。

林聖芬

感謝各位對時報文教基金會的期許及意見，我作下列說明：1.關於與會參加者，在未來我們會更廣納各方人士，以期有更大、更深的交流。2.我們亦期望能如各位所指教的意見，將此研討會所得到的豐碩成果與教育單位配合，注入教材中。3.對於與各媒體結合，推廣水教育，我們絕對會盡全力。

〔綜合座談〕

林聖芬

非常感謝參與這次研討會的各位貴賓、與會者，因為大家的熱情、共同關懷我們環境，才會使研討會到了第三天還這麼多人參與。今日這樣的研討會不只是學術交流，更是意見交流，基於此，使研討會漸漸演變有如「環保論壇」，包括政策面與意見面，實在非常好。在此容許我稍作介紹，時報文教基金會成立較早，但「時報河川保護小組」成立於民國七十九年，設立之初是以水資源關懷起，事實上社會有許多問題值得關心，我們只是以水為切入主題，希望能深而精地探討才有助於改善。七十九年的主題是河川關懷，第二年是六年國建，第三年也就是今年是以永續經營為主題，這三年累積下來的意見及建言，已逐漸清晰並且凝聚了共識，展望未來，已把此組

織化爲常態性的，經常舉辦各種研討會，將來重點分三方面，上游部份——持續辦研討會，著重於觀念的啓發與溝通；中游部份——期待與各機構合作辦公聽會，落實法規並督促其切確地執行。下游部份——辦理各種環境、環保關懷活動。整體而言，這三天來給我的感觸是，台灣還是有生命力的，生命力就從這兒開始。

水資會主任委員吳建民先生

1. 這次參與研討會的人員之層次已比前幾次廣泛很多，有立法委員、國策顧問、經濟研究院院長、大學校長，甚至於最基層的茶農也來參與，相信民主就在此慢慢落實。

2. 在六場討論會中，由宏觀看到微觀，宏觀的問題，關於水資源不是太多、太少就是太髒，或是水資源分布不均，再加上各種人爲、機械的破壞，這情形不僅是台灣，美國、加拿大越域引水也在所多聞，我們身爲地球村的一員不能再置身事外，我們需要考慮永續的開發及利用，否則我們不僅對不起子孫，也是對不起人類。微觀的問題仍舊脫不了多、少、髒的問題，而「需」方面一定要適時、適量，要有良知的用水。今日地球只有一個，台灣也沒有第二個，雖然永續利用牽涉到技術的問題，並有各種限制使之難以施行，但我們必須努力整體規劃。將來水資源計畫要配合各種社會問題共同運作，而這是長遠性的，不是今日談保育，明天就可解決飲水的問題，開發與保育仍是要雙管齊下的過度一段時間。在民國七十五年曾通過七條關於水資源的政策，這些政策在今日看來仍是適用的，只是需要補充，並且需要社會大眾的配合。其實台灣水資源的規劃早在一八九九年就由英明的前輩完成了，我們所要作的只是及時修正及改進、增補。接下來我簡短地做個總結，在蕭教授的分析中，我們得知，目前我們最需要的是凝聚共識，而且打破認知與

行為之間的差距，也許我們都很清楚如何節約用水，卻沒有去實行，那是沒有用的。許多人說台灣是個寶島，但當年鄭成功來時，嘉南平原因位於赤道部分，還是一個熱帶沙漠，因為水都蒸發光了，但因為前人，平埔族對嘉南的開發才使嘉南今日成為農業的發展。許多國家開發的發源地都是在河邊，但台灣不同，都是在較高的地區，因為以前台灣的河川，如濁水溪是會吃掉人的，直到施琅的姪子開發了濁水溪，才使之有今日的景象。諸如上述種種的例子不勝枚舉，只是我們大家忘卻了這些歷史。我們忘卻了祖宗用血、汗換來的美麗的寶島，今天我們卻這樣破壞我們的資源，期望能從教育來改觀，使大家有共識、願意參與，希望時報文教基金會能繼續舉辦這樣的活動，我們也願意以代罪的政府水資源的負責人的立場經常來聽各位的指教，明年三月中旬是全球水權日，希望大家以地球村的一員來共襄盛舉，意見交流，讓下一代有乾淨的水喝。

某某先生

1. 時報文教基金會推廣這個「永續發展」的觀念，到底有多少人真正懂呢？如果民衆不懂此觀念，如何會去配合呢？所以希望時報基金會持續地宣導，不是兩年、三年的工作，而是八年、十年的工作。2. 今日所說的種種問題其實是「自私」的結果，因為我們過度使用未來的資源，所以我們必須為我們的行為付出代價。3. 希望今日這樣的研討會能喚起政府官員的注意，知道這樣的觀念。4. 希望藉此獲得民意代表的支持，訂定管制法規，以公平客觀的態度來通過實施政策。

李先生

永續性這個名詞好像是近兩、三年才興起，但其實在民國四十多年時，我曾參觀紐西蘭，帶回「永久農業」這樣的觀念。台灣水資源污染的問題其實大家都很清楚，不是不知道漁塭不好，

但當我們要取締時卻於法無據，無從取締起，很多違規也是如此，無法可管制，盼望我們立法院能努力立好法。當然不是光靠這些就可以了，理想要有，落實也必須，更希望後生晚輩一起來努力，明天會更好。

劉老先生

對於水資源問題大家都有無力感，但今日大家聚集在此，慢慢會使無力感變有力感。好多年前一位聯合國發展基金的顧問建議我們多做規劃，不要一下子衝得太快，否則環保問題、犯罪、社會問題路都會接踵而至。有人說今日的問題，政府要負責任，這沒有錯，但在以前時，政府也是因許多觀念未知或不甚清楚而造成某些錯誤，今日這樣的研討會的確可喚醒政府，同時也喚醒百姓，我們也是政府中的一員，大家都有責任。希望這個會明年能持續下去，一直舉辦，或許可把水資源永續發展研討會改為「水資源發展永續研討會」。