

「水資源的有效利用」評論一

◎駱尚廉

「水資源的有效利用」一文從地球上的水量、水的循環與機能啓言，進而略述台灣的水環境與水資源利用現況，並分從生活用水、農業用水及工業用水等探討水資源之有效利用問題，其思維大致遵循各種用途之用水量與歷年變化為何？節省用水的方法與措施有那些？並以處理水之再利用為結言，略陳下水處理水及雨水的利用概念流程，以供水資源節流之推動參考。

歐陽教授在這篇文章中整理了許多圖表深具參考價值，例如水的機能將水與自然環境及人類生活或社會的關係層次表達很清楚；水利用樹可表示水的供與需之間的關係；世界主要國家降水量之比較顯示降雨量並不能表示水資源的豐沛與否，而臺灣地區單位人口分配之降水量僅有全世界平均值的六分之一，為水資源條件相當差的國家；水資源有效利用體系圖更能表達出水資源開源與節流同樣重要，而供水之效率化、用水管理之適當化及再利用為達成水利用合理化之三項要務，提升節省用水意識、跨域分配水資源及水污染防治工作之加強亦為達成水資源有效利用不可或缺者。

個人認為水資源的有效利用除從用水角度去節流與再利用外，水資源的可靠供應量分析、調節利用規劃與缺水時之應變措施等，也是非常重要的。臺灣地區到底有多少可靠的水資源供應量？從河川引水、水庫調節供應及地下水三項來源之估計量不可靠？是不是可完全依賴由平均

降雨量及年蒸發量爲起始值之估計結果？是不是需要估計不同乾旱年之水資源供應量，以供各種缺水可能之模擬分析及調節利用參考？在在都是水資源在能有效被利用前之重要數據與分析，但國內在此方面的努力顯然還不夠。

以文中圖四之資料爲例，此在前兩年「河川環境與水源保護」、「六年國建與水資源」研討及其他相關討論會中均曾有人引用，也都標註爲依據水資會七十九年之資料，但也都有若干出入。若將之與行政院第十四次科技顧問會議（八十二年九月）資料比對（其所引用者也是七十九年水資會資料），不僅總用水量差了六億立方公尺（其中農業用水差四億立方公尺，生活及工業用水差二億立方公尺），河川引水量與地下水抽用量也各差了九億立方公尺。也許這一〇%內的誤差並沒有引人注意，但其所代表的混亂與輕忽意義，及八十二年仍祇能談論七十九年的資料，難道是對被稱「資源」的水真能被「有效利用」所應具備之條件嗎？

興建水庫以增加年逕流量之利用，若計畫中的水庫興建順利，將可滿足至民國一百年新增的一八億立方公尺需水量，但目前已嚴重超抽二二一三一億立方公尺（不得已，祇好以兩者之資料爲範圍值）的地下水量，是不是要一直超抽下去？其長期影響爲何？究竟有沒有其他水資源可以替代之？甚至這四十億立方公尺之年補注量究竟對不對？也是一連串待澄清與解決者。

臺灣地區地下水資源之探討雖始於民國三十八年美國墾務局地質專家W. L. Gardner，但地下水年補注量之估計最早爲民國四十七年美國甘乃迪公司，其將臺灣地區地下水資源分爲九個地區，之後又歷經多次調整，至民國六十八年再調整爲北、中、南及東四區。臺灣地區地下水年補注量之估計爲計畫鑿井期間以控制抽水之主要手段，由於估計方法不一，其結果差異甚大，如表

表一 臺灣地區地下水年抽水量與年補注量之估計

估計單位	時間 (民國, 年)	面積 (Km ²)	抽水量 (年10 ⁶ m ³)	補注量 (年10 ⁶ m ³)
甘乃迪公司	47	8,930	950	2,460
經合會	53	—	1,330	2,960
水利局	55	—	2,180	—
水資會	58	10,330	2,700	3,650
水資會	61	10,330	2,708	3,500
廖文利	65	10,330	2,955	3,700
水資會	65	10,330	3,224	4,000
水資會	72	10,330	4,152	4,000
水資會等	78	10,330	6,263	
水資會等	80	10,330	7,139	

資料來源：水資會「臺灣地區地下水資源」，81年7月。

一所示。

由表，四十億立方公尺源自於水資會民國六十五年之估計，而同機關估計之補注量不同，水資會之解釋為「各機關據以估計之基礎不同，時間不同，以及基本資料尚欠缺，致相差懸殊」，不知為何接近二十年後，這種基本資料不足，估計粗糙等缺失，仍然依舊？甚至連重新詳細估算一遍都沒有！

由於近年來「水荒」的頻率與嚴重性都顯示興建水庫對應付水量之調節供應已愈來愈困難了，因此，地下水資源的有效運用應為目前急需展開規劃者。地下水的停留時間從幾星期到幾萬年都有可能，平時若注意地下水的補注與涵養，在地表水之枯水期就能發揮救急的

表二 世界各國之自來水費率表

單元：新台幣元（1990年幣值）

國別或地區	元/M ³	國別或地區	元/M ³
東京都	76	香港	63
澳大利亞	31	德國	27
義大利	23	日本	20
法國	20	比利時	19
芬蘭	18	荷蘭	17
英國	16	瑞典	16
紐約市	12.3	愛爾蘭	11
美國	8	加拿大	7
挪威	7	台灣省自來水公司	6.5
台北自來水處	5.6		

資料來源：

1. 「台灣地區自來水事業中央統一經營之實質利弊評估與研究」，中國土木水利工程學會，82年6月。
2. 聯合報系剪報資料。

效果，成爲解決水荒問題的第二道防線，目前有關單位平日對地下水資源之既未投資成本去經營，也從未收取費用去管理，而任由各行各業亂抽浪用的態度，都是造成地下水受污染及海水入侵影響的主要原因。

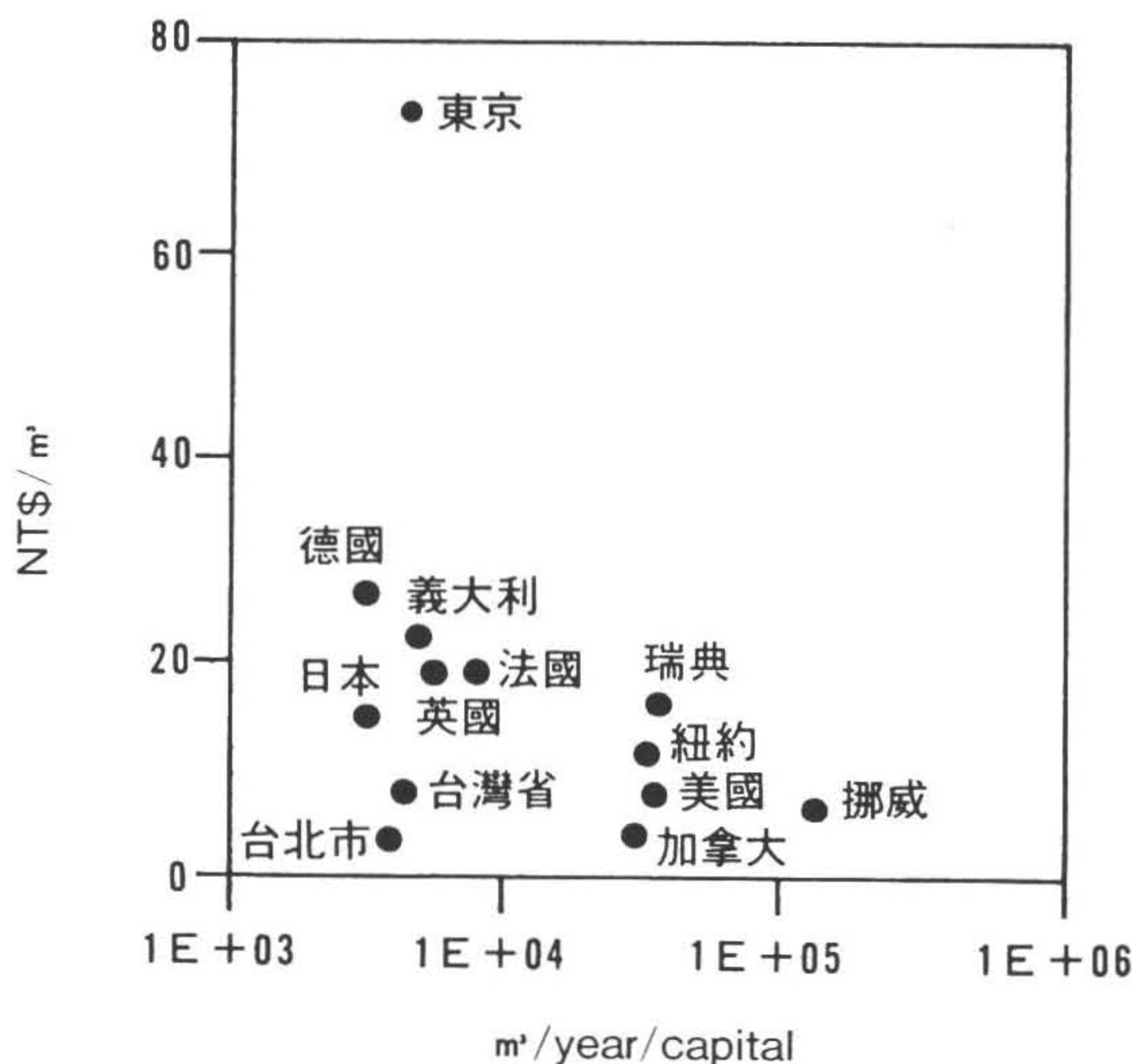
另，歐陽教授文章中討論較少的是「水價」的問題，僅在生活用有效利用中提到「停止各種供水折扣優待，採取以價制量，停止最低度數收費之制度，藉以減少浪費」，而對農業用水及工業用水均未討論到水價的問題。

表二爲世界各國之自來水費率情況，表三則爲台灣地區與日本平均每戶每年水費支出占經常

表三 台灣地區平均每戶每年水費支出占經常支出之百分比

年份	水費支出 NT/戶/年	全年支出 NT/戶/年	%	日本 %
1975	1,197	93,748	1.28%	0.5%
1976	1,258	105,285	1.91%	0.5%
1977	1,232	114,552	1.08%	0.6%
1978	1,267	135,211	0.94%	0.6%
1979	1,264	163,622	0.77%	0.7%
1980	1,503	200,830	0.75%	0.7%
1981	1,634	225,578	0.72%	0.8%
1982	1,961	243,080	0.81%	0.9%
1983	2,035	260,988	0.78%	1.05%
1984	2,032	283,471	0.72%	1.10%
1985	2,086	287,163	0.73%	1.10%
1986	2,054	303,575	0.68%	1.10%
1987	2,113	322,826	0.65%	1.10%
1988	2,205	358,430	0.62%	1.20%
1989	2,242	401,587	0.56%	1.20%
1990	2,314	448,804	0.52%	1.20%
1991	2,496	486,830	0.51%	1.20%

資料來源：「台灣地區自來水事業中央統一經營之實質利弊評估與研究」，中國土木水利工程學會，82年6月。



圖一 各國自來水費率與單位人口分配降水量之關係

支出百分比之比較。若將表二中之水價資料與歐陽教授之表二單位人口分配之降水量資料作成圖一，則可發現，各國水價與單位人口分配之降水量應呈現「資源」與「價格」之關係，即「資源愈有限者，價格應愈高」，而台灣省與台北市則顯然未能符合此一合理的趨勢，不僅在同一等級的資源價格上遠遠要低廉，甚至比水資源非常充裕的國家還要低，顯示水價在臺灣地區的不合理。

但以表三之資料來看，想以價制量刺激民衆節約用水，事實上也是難以做到的，因為目前水價非常便宜，也祇有占經常支出的〇·五％，即使將水價提高一倍，其支出在家庭經常支出中仍比日本目前的一·二〇％為低，而水價支出對工業所佔之比例更是低廉。

由於水屬於「價格彈性」極低的用品，因此鼓勵節約用水除提高水價外，限制用量也應是最有效的方法，民生用水、工業用水及農業

用水都可以估算出合理的使用量，在此合理使用量內收取一般的水價，超過規定的用水量，則超出部分收取費用極高的罰款性水價，其費率可在一般水價的五十倍至一百倍以上，必定可將各部門的用水量降至合理程度以下。

研討內容

發言

台灣大學施教授

一、台灣水量入流量很多，但實際利用的水量有多少？這不只是水本身的問題，還有其它條件，如：地形、水土保持……等。故要從上游的造林，下游的水土保持才有效果。二、大家都以為農業用水很多，故生活及工業用水都向農業要水。農業用水從前和現在有所不同，是否可以減少，從表面上看，土地減少，相對農業應減少用水，但沿海養殖業卻增加很多，當然用水量大增，因此農業可釋出的剩餘水量有限。三、如何節省農業用水？我認為水源不僅靠水庫來供給，況地形上原本對水庫不利，故我建議建立管路，且相對較省錢。管路一方面增加水源，改變農業政策，及省土地和能源的利用等。在技術方面，將來應在農場中築水潭，以為灌溉使用。四、水權重分配恐怕是有問題的，水權的建立包含硬體和軟體，因此應有所補償，使原本的水權擁有獲得某些補償才公平，但這有執行的困難。謝謝各位。

林壽山立委助理翁先生

首先對資料中「世界各國自來水費率表」，與我手中現在資料做一些比對。一、上面提到香港去年每立方米為六十三元，我透過友人請教香港水務局的資料：1.住宅用水，○(十五噸為免

費，十六、五三噸，每噸三、二九港幣。五四、七六噸收五元港幣。東京方面，一、十噸免費，十一、二十噸，每噸一二〇元，採累計方式。此份自來水費率表最大問題在於每個國家中，每個城市的費率是不同的。我提供這些數據，主要在希望專家學者在引用資料時，能注意其來源。雖然我們南部人民反對水價調漲，但反對的理由在於是否基於法定的程序來調漲、計算。如管線裝設的費用由人民支付，使所有權在自來水公司，但它是否有將這筆支出反應在水價上，自來水公司並無答覆，我希望自來水公司的財務都能公布，再來計算水價是否真的太低。二、很多人提到地下水超抽非常嚴重，今年七月開始執行的生活及工業用水分離計畫，但內容最大問題在於澄清湖進水廠及草堂進水廠由前抽用伏流量在一天二十四萬噸，但明年底後將增加到六十萬噸，即此一計畫一旦執行將加抽伏流水，因此是否執行有待考量，所謂伏流水即河床下六至八公尺的水。此計畫從提出到執行，前後只有兩個月，經費二十五億元，恐有太過草率的疑問。

李委員

主持人，各位來賓。方才主持人談水價提升相對地處理的成本要划算，除此，我提出一個觀念，即整個政府對水分配的不平均，才是造成今日水資源的浪費。今天整個資源都放在交通上，固然可解決「行」及經濟的發展，但相對經濟高度繁榮後，許多人便把水作為節省時間的工作，拚命浪費。對整個政策，我既不滿意也不接受，這一點希望請教各位！

某某先生

對歐陽教授論文資料中，水稻面積及用水量，若無錯誤，我很懷疑這些統計資料，我稍微算一下的結果發現，幾乎每公噸稻田用水達二萬噸，我個人在水利會工作時最高只有一萬噸。我想

這份資料可能將重複使用也算在內。此外南部地區輪灌比例只有九%，這點也有疑問，就我所知，南部越缺水地區輪灌比例越高。希望歐陽教授查證一下。此外許多人提出釋出農業用水將是未來水資源解決的方式，我想提出不同看法。1. 非農業用水是否有節省空間，及水的回收利用。2. 農業用水是否可以多得移作他用。3. 農業用水是否真的損失，最近我在立法院建議對資料作更深入的審查。至於農業用水的節用，我有幾點看法：1. 如歐陽教授說，大水庫不必太多，水潭多作些；因面積小，營運效率高。2. 多做一些攔河堰、泥沙池，污染及河川地利用問題解決，可發揮灌溉的效用。3. 如何把灌溉用水予以改進，即介於自來與傳統灌溉用水之間，如管道。以上幾點，請各位指教。

台北自來水事業處簡先生

吳主委在十一條提到「為保全公司共有財資源，造成外在不經濟的行為，須嚴格禁止」。共有財是共有公家的，便會造成掠奪問題。根據經濟學中的「高斯定律」，在沒有成本上，自然會往最有利的方向走，而方向卻很主觀。目前，許多政策的目標都不太明確，沒有進度表。如淡水河的目標是「不發臭」，在學科技的人眼中是很不明確的。在過程中應有大家的參與及溝通。如高雄水源污染很嚴重，政府花下大筆錢整治，而台北雖保護很嚴格，但開發的力量也很大，政治利益團體的力量很大。權促會抗爭，要求補償，初步估算金費在八三一六億，經過台北水源特定區估算，為一九九二億，並包括土地增值稅四三·八九億，遺產稅與贈予稅八七二六萬。今天不只是外部不經濟，即污染，連保護使不污染都得花錢。我想是否對這一點重新解說一下。

美濃愛鄉協進會鍾秀梅

今天我們談水資源有效利用，第一就要有效制止不當的開發行爲。四十年來，水庫的濫建，已造成河川破壞，生態破壞、海岸線倒退，地層下陷，地下水鹽化等問題。方才吳主委提出針對水資源策略的研擬要點，仍舊以建水庫來調節爲主，我感到這與此次主題相違背。美國及許多先進國家已停止對大型水庫的開發，爲何我們繼續開倒車，破壞土地，發言完畢。

救水聯盟林聖崇

工業用水的表，有些已有誤差，水資會以每公頃的耗水量計，是完全錯誤的。同樣的土地，每公頃的產量已大增，故應以產量而非面積來計算。既然工商普查已做了很多次，希望儘快改正。另外，目前的耗水量已改善很多，以造紙業而言，已有一噸紙祇用十噸水。但產量大於當初的估計，所以總用量還是相當大。各行業所要求的水質不同，回收有困難，祇有靠提高水價來提升回收意願。水價應包括地下水，故目前地下水應馬上管制。水質差，則回收越難，這方面要考慮時間、季節、區域問題，而且水質差，則排放水率也越高。其實工業用水要求的是一個穩定的水質，則在設計上能予以應付。救水聯盟曾提出在低水用量時應免費，如駱教授方才報告的，如此才能達到節省效果，工業用水也可採取此方法，並且建立目標減量。一定要把成本、經濟誘因及地下水的管理做好，不只在地層下陷地區管制地下水。

中山大學林副研究員

在此提出二點，希望大家討論。1.有關吳主委提到的，政府宣布損方時，台北和有些地方用水不但沒減少，反而增加。就我最近所做的調查數據中，不光民生，連政府機關及公共用水都沒有減少，我想政府應有帶領示範工作。2.有關水價，資料中談到水是價格彈性很低的用品，特別

是在民生用水上。目前，一方面從經濟學，一方面從心理學方面來談，其實這個問題蠻複雜的，不是簡單地就能解決，因此應在研究上多下點功夫。有關水價提高常會涉及兩個觀念：一、反應成本。二、以價制量。這兩點應從立法角度來訂定規則，這點也請在座官員及立委討論一下。

榮工處主任工程師黃先生

省水的問題應採取多角策略，如日本一九七二年用水率減少，原因是缺油，連帶水的用量節省了。故今天談水源保護，不只針對水，省水便省能源，就不用煩惱核四、不用高價瓦斯，故省水牽涉的範圍是相當大的。另外有關水權的問題，賦予水權的同時，也應給他保護水源的義務。水權若保護不好，土地就該沒收，不然會惡化水質。輸水過程的失水率太大，這主要是水管設備及回填土和技術執行的問題，應做改良。有關水價的問題，不應拿到議會決定，水的價格應由公聽會決定，而議會負責收費用途的妥當性。報告完畢。

某某先生

方才提到今年九月缺水的預告，我很希望輿論界及政府單位最好別對外預告，我想站在用水管理者的立場，很怕人家講缺水，就像成功嶺飯匙效應，這是整個社會心理。在北部說缺水是沒道理的。缺水是對內預告，用水管理者常會將往年用水、進水量做一比較，然後預測，以擬定對應措施，所以大家應有這個觀念。另外談到工業用水的節水，我想工業排放水若能經過處理，則便能與農業用水交換，一方面減低處理成本，一方面農業用水也不致越來越匱缺，且排放的污水量也越來越少。我建議政府政策上能往此方向走。對於家庭用水，若也能稍作處理，也能省下不少水，所以自來水公司應取消基本度數，按照分階段累進，則經濟誘因將促使人們節約用水。

主持人

方才各位來賓提出的許多建議以及疑問，現在請歐陽教授來作一下說明，請歐陽教授。

歐陽教授

主持人，各位先生女士，感謝方才各位的建議，在此我作一個簡單的補充說明，關於吳主委提到的幾點，應偏向延伸及本文，我就不再重複。駱教授說台灣是缺水資源而非缺水，其實我們所談就是水資源的問題。限於篇幅，我只就水利用合理化作探討，至於穩定供給因牽涉面太廣，我較少談及。但強調平時節省用水，則省下的量存在水庫，則不會有缺水，且節水減少開發，相對節省下很多經費。至於以價制量，我本人亦贊同。施教授談到的管路供水或自動化噴水，這是未來節水的方式。另外林立委助理提出的各國水價，因我論文中並無牽涉，故無法答覆，李立委提出資源的偏重，這是另一層次問題，水資源體系資料，是撰寫前水資會提供的，因此加強提供經費使資料完整，昨日已有提及，對提供的表若有誤差，請水資會作補充。美濃的小姐談到有關水土保持及海岸線保護問題，稍後會有專題報告，我就不再說明。對於有關工業用水面積的資料問題，我會繼續追蹤水資會的資料來源。當然水的回收利用與水質有密切關係，我在撰寫前曾試著統計工業用水回收利用，但只有個案，並無完整的數據，只能說大約二〇%，正確與否有待考證，但不是完全沒有。至於以價制量，方才李委員有作一補充，應再加強宣導，缺水時更應節省用水，從何方切入，有待大家繼續討論。榮工處先生把節省用水用一段文字表示，我很贊同即「省水文化」。我們整個生活是在一個「消費文化」，應更強調用水合理化。水價由公聽會決定，目前自來水法正在修訂，若能將此提議落實其中，我亦贊成，則日後水價有其依據，則有待

關心人士大家共同努力。對於省水文化的提升，以價制量應多管其下，才能真正達到水資源的有效利用。以上僅就我文章的範圍作一答覆，至於範圍以外問題，稍後專題中會再提及。

主席

謝謝歐陽教授精簡的答覆，目前尚有一些時間，請評論人也講一下討論的心得。

吳主委

將來發展的方向中，在我文章可能沒寫完全，事實上水庫、節約用水、及小型蓄水池都要一起來。每個國家地文、水文都不同，日本雨量少於我國，但卻無用水問題，主要是他們的農作是一期作，倘我國也是如此，則用水應無問題。台灣水庫或壩子所能蓄的水是相當少的，所以以美國情況來比較，是不太相稱的，至於工業與民生用水分離，我很贊成，但由於內政部主管沒有進入情況，希望自來水公司的朋友能進一步說明。對於外在的不經濟，主要是水污染的問題，這些污染若不禁止，則河流問題無法解決。上游部分，我們汲汲在研究所謂「Management Practice」，像美國耕種是有一套科學組織的，若政府不限制，即使花再多錢，也無法解決此問題。至於李委員提到乾旱問題，其實缺水與乾旱是不同的，人有知的權利，無論乾旱或缺水與否，每個月問題都會公告用水預告，這是配合氣象局的預報。

主席

謝謝吳主委，我們請駱教授。

駱教授

對於水價資料問題，以及水資源使用量、供應量，我們都希望有更精確科學化的資料，及估

算結果，應朝此方向努力。有關水價，我並非是說高使用量一定要收高水價，而是超過合理的使用量時，應有高水價的懲罰政策，若全面取消基本收費，是有相當的困難，若大家願意採用很大階級差距的水價，最低基本水價也許可以廉價或免費供應，其它用水則會變成很高水費，據我所知，目前自來水公司大部分收入是仰賴基本水費。

主席

請林社長以報人身分，爲此研究會留下一點記錄。

林社長

藉此機會感謝大家熱心的參與。我個人或報社只是扮演提供此一場合的角色，專業程度與各位尚有差距，是很好的學習機會。首先作一個聽後感，今天李委員提到媒體對缺水的報導會引發用水增加，這給我一個很好的啓發，即媒體關心報導的技巧與方法應講究，否則會得到反效果。事實上，社會不斷變遷，用水的角度也不斷調整，從昨日於教授報告中已可見一斑。未來可預見的，如加入關貿總協後，將使農業用水減少，並產生其它如稻米產量及涵養水源和氣候的影響，如此一方面農、工及生活用水比例調整，或更嚴重的問題。諸如此類，正如同先從缺水預告引出報導技巧，同樣，水資源的開發或使用，隨著客觀環境改變，可能有很多課題值得大家探討，中國時報也很樂意追隨各位來學習並作適切有效的報導，謝謝。

主席

謝謝主辦單位，接下來還有關水的各種問題的探討，對於有效利用的落實，簡單地用「省水」來對水合理的利用，也有待媒體對廣大民衆做宣導，謝謝大家的參與。

