



統計應用分析報告

臺北市用水概況

薛惠娟

編號：105—05



臺北市政府主計處

105年3月

摘要

水是生物生存不可或缺的必需品，水資源的建設更是提升生活品質及促進社會經濟發展的關鍵基礎建設。水資源是有限且不可替代的，唯有管理得當，水才可再生使用；水資源所涉及的領域非常廣泛，牽涉的領域遍及我們生活中每個面向，也因此水資源被認定為是永續發展的核心。本文利用臺北市自來水事業處(以下簡稱北水處)歷年售水情形，預測北水處未來售水狀況，並觀察目前臺北市及新北市用水現況，是否能達成雙北「共飲翡翠水」之願景。

依據本文預測結果，民國 104 年生活用水量預測值為 4 億 7,013.67 萬立方公尺，臺北市設籍人口生活用水量預測值為 3 億 2,921.18 萬立方公尺，尚餘 1 億 4,092.49 萬立方公尺可供新北市使用，可供應 130 萬 4,377 人使用；同理，105 年生活用水量預測值為 4 億 6,921.50 萬立方公尺，臺北市設籍人口生活用水量預測值為 3 億 3,156.61 萬立方公尺，尚餘 1 億 3,764.89 萬立方公尺可供新北市使用，可供應 127 萬 574 人使用。

由本文預測結果顯示，臺北市目前雖用水無虞，甚有餘水可支援新北市，臺灣地形東西部狹窄，島內山脈地勢大多高而險峻，坡降度極大，形成河川特色「坡陡流短水急」不利蓄水，加上降雨時空分布不平均，降雨後皆迅速流入海洋，甚難蓄存，使得水資源並未充分利

用。因此，每人每年實際可分配到的降雨量甚少，只及世界平均值的七分之一，另臺灣的降雨量在地域、季節的分布極不平均，容易造成地區性、季節性的乾旱，更顯水資源的珍貴，因此，應加強推廣水資源永續利用之理念，持續推動各項節水政策與措施，作為社會經濟永續發展的保證。北水處除穩定提供臺北市用水外，期能支援新北市用水，落實水資源共享，達成永續發展之理念。

目次

壹、 前言	1
貳、 現況分析	1
一、 臺北市用水情形.....	2
(一)供水人數.....	2
(二)每人每日生活用水量	3
(三)每人每日家庭用水量	4
二、 新北市用水情形.....	5
(一)供水人數.....	5
(二)每人每日生活用水量	5
參、 供水及用水預測.....	7
一、 售水量預測方法.....	7
二、 售水量預測使用資料.....	10
三、 售水量預測結果.....	10
四、 供水及用水預測結果.....	13
肆、 結論與建議.....	15
伍、 參考資料	17

圖目次

圖 1 臺北市供水人數概況.....	3
圖 2 臺北市每人每日生活用水量.....	4
圖 3 臺北市每人每日家庭用水量.....	5
圖 4 新北市供水人數概況.....	6
圖 5 新北市每人每日生活用水量.....	6
圖 6 供水轄區生活用水量占售水量比率.....	7
圖 7 售水量實際值.....	11

表目次

表 1 售水量預測使用資料基本統計量.....	10
表 2 ARIMA 時間序列法誤差值.....	12
表 3 預測模型比較及預測值.....	13
表 4 臺北市人口預測結果.....	14
表 5 售水量及用水量預測結果.....	15

臺北市用水概況

壹、前言

水是環境生態、生命延續不可或缺的元素，水是孕育社會文化的搖籃，在現代水更是都市景觀畫龍點睛的催化劑，以及衡量 1 個城市進步程度的重要指標。水資源是有限且不可替代的，唯有管理得當，水才可再生使用；水資源所涉及的領域非常廣泛，牽涉的領域遍及我們生活中每個面向，也因此水資源被認定為是永續發展的核心。

近年來大臺北地區人口快速成長，各種用水需求也大幅增加，鑑於新水源開發不易，為確保供水穩定，政府策略改以研擬推動區域間水源調配來因應。「板新地區供水改善計畫」即為大台北地區重要水源調配方案，又稱「共飲翡翠水計畫」，以解決長期用水需求。

本文利用臺北市自來水事業處(以下簡稱北水處)歷年售水情形，預測北水處未來售水狀況，並觀察目前臺北市及新北市用水現況，是否能達成雙北「共飲翡翠水」之願景。

貳、現況分析

國民 1 天生活中(無論在家庭或工作場所)所需之平均所需用水量稱為每人每日生活用水量，係衡量人民生活水準指標之一，

一般而言，生活用水量單位以立方公尺為計量單位，而每人每日生活用水量則以公升為計量單位（1 公升= 10^{-3} 立方公尺）。

每人每日生活用水量隨著生活水準提升而增加，然後趨於平緩，再因推動節約用水工作而逐漸降至最適用水量；為了解目前用水情形，遂觀察供水人數、供水普及率及每人每日生活用水量等之用水需水變化，其中供水普及率係指供水區域內實際供水人數占行政區域人數比率。

一、臺北市用水情形

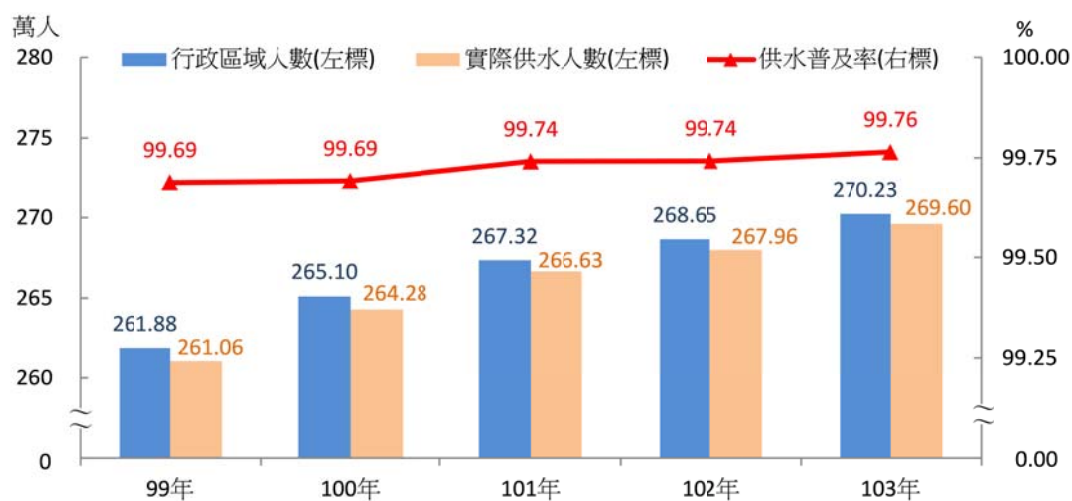
（一）供水人數

依據稱北水處資料顯示，北水處目前供水轄區除臺北市地區外，亦包括三重(二重疏洪道以東)、永和、中和(員山路以東)、新店及汐止區北山里、橫科里、宜興里、福山里、東勢里、忠山里及環河里等。民國 103 年底實際供水人數為 393.90 萬人，其中臺北市實際供水人數達 269.60 萬人，較 102 年底 267.96 萬人增加 1.58 萬人（0.59%），呈逐年增加趨勢。另 103 年底臺北市供水普及率已達 99.76%，較 102 年底 99.74% 增加 0.02 個百分點，近年來臺北市實際供水人數已幾近飽和，供水普及率皆達 99.7% 左右（如圖 1）。

(二) 每人每日生活用水量

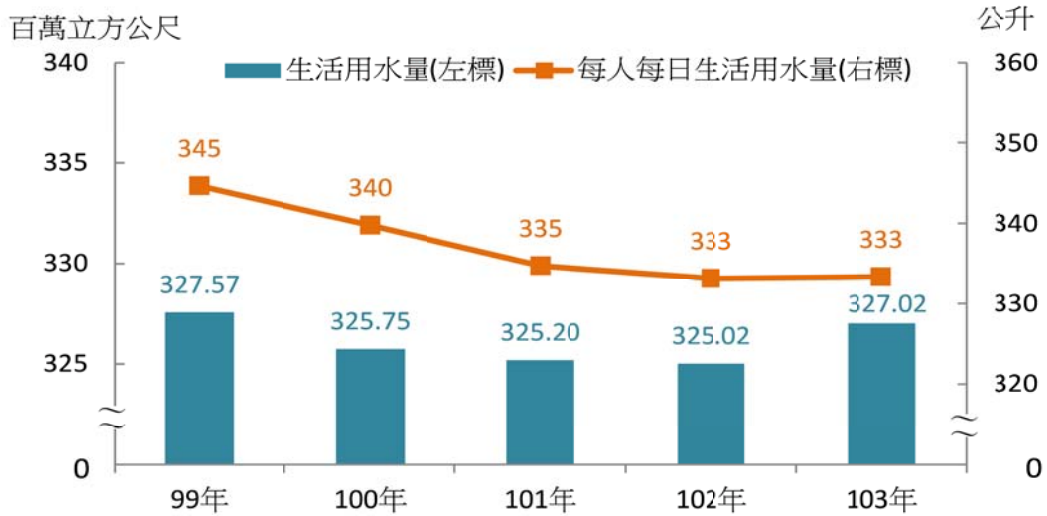
生活用水量係指售水量（即計費水量）扣除工業製造、生產等用水後之用水量，依據北水處資料顯示，民國 103 年臺北市生活用水量達 3 億 2,702 萬立方公尺，較 102 年 3 億 2,502 萬立方公尺增加 200 萬立方公尺 (0.61%)，近年來臺北市生活用水量互有增減。另 103 年臺北市每人每日生活用水量為 333 公升，觀其變化趨勢可以發現，臺北市近年來每人每日生活用水量呈遞減趨勢，並趨於穩定（如圖 2）。

圖 1 臺北市供水人數概況



資料來源：臺北市政府自來水事業處。

圖 2 臺北市每人每日生活用水量

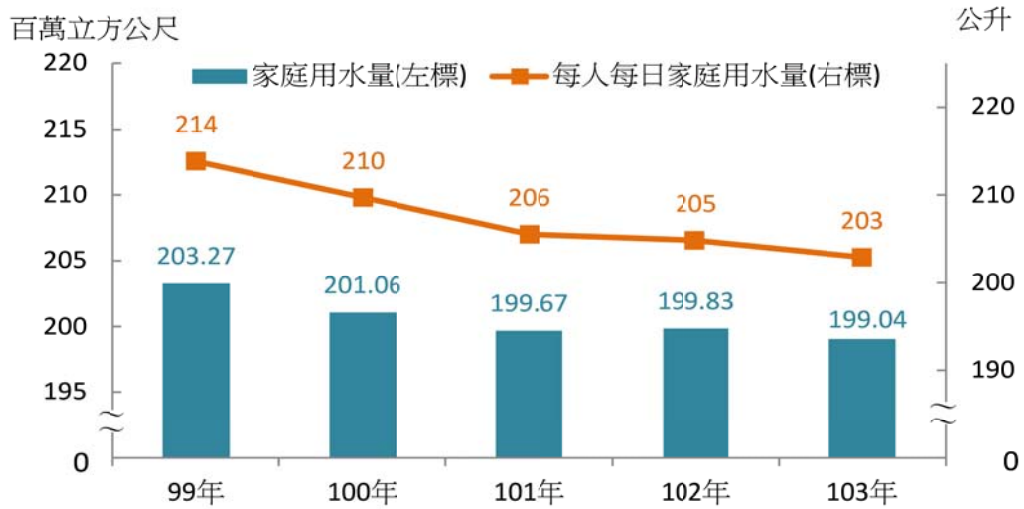


資料來源：臺北市政府自來水事業處。

(三) 每人每日家庭用水量

因臺北市為都會型城市，流動人口多，造成實際用水人口遠多於設籍人口，採用生活用水量較無法看出一般民生用水狀況，北水處另統計家庭用水量，即生活用水扣除機關用水、學校用水及營業用水（含工廠用水）等非家庭用水，藉由家庭用水觀察臺北市民生用水狀況。依據北水處資料顯示，103年家庭用水量及每人每日家庭用水量分別為1億9,904百萬立方公尺及203公升，並逐年呈遞減趨勢（如圖3）。惟新北市未統計家庭用水量，為求一致性，爰後續推估仍採用生活用水量及每人每日生活用水量。

圖 3 臺北市每人每日家庭用水量



資料來源：臺北市政府自來水事業處。

二、新北市用水情形

(一) 供水人數

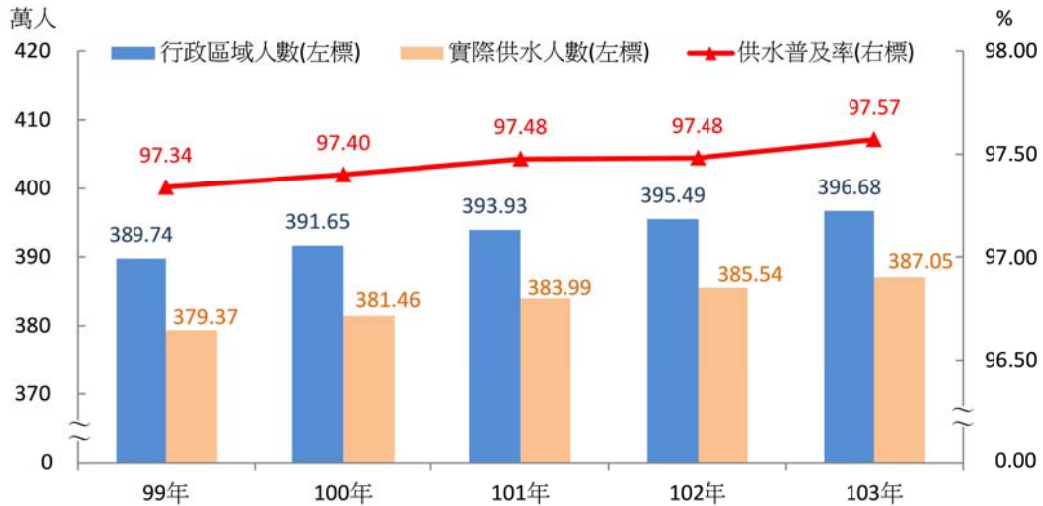
近年來新北市實際供水人數亦呈逐年增加趨勢，民國 103 年底實際供水人數達 387.05 萬人，較 102 年底 385.54 萬人增加 1.19 萬人(0.30%)。另 103 年底新北市供水普及率達 97.57%，較 102 年底 99.48% 增加 0.09 個百分點，近年來供水普及率雖達 97.5% 左右(如圖 4)，仍略少於臺北市 99.7%，較臺北市低 2 個百分點左右。

(二) 每人每日生活用水量

民國 103 年新北市生活用水量達 4 億 1,802 萬立方公尺，較 102 年 4 億 1,070 萬立方公尺增加 731 萬立方公尺(1.78%)，近年來新北市生活用水量逐年上升，每人每日生活用水量亦呈

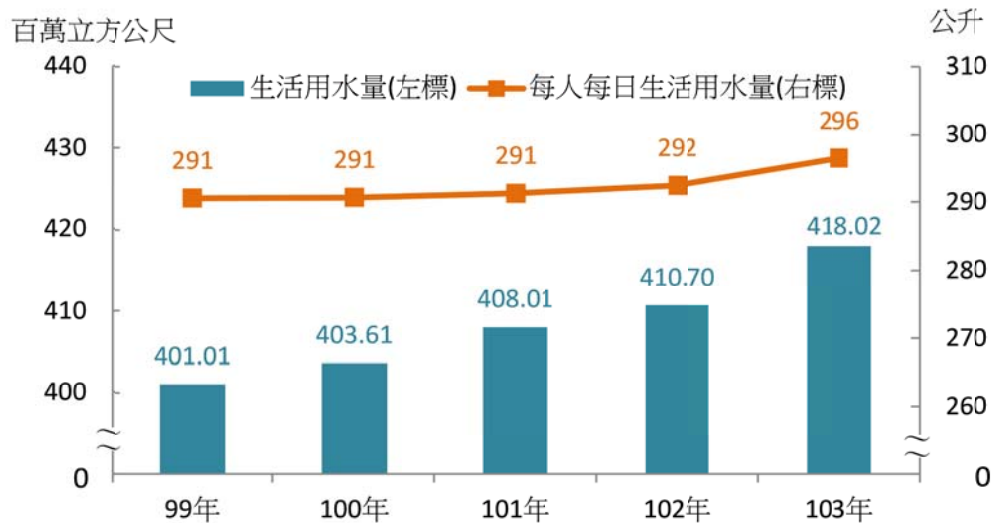
逐年增加趨勢，103 年新北市每人每日生活用水量已增加至 296 公升（如圖 5）。

圖 4 新北市供水人數概況



資料來源：經濟部水利署。

圖 5 新北市每人每日生活用水量

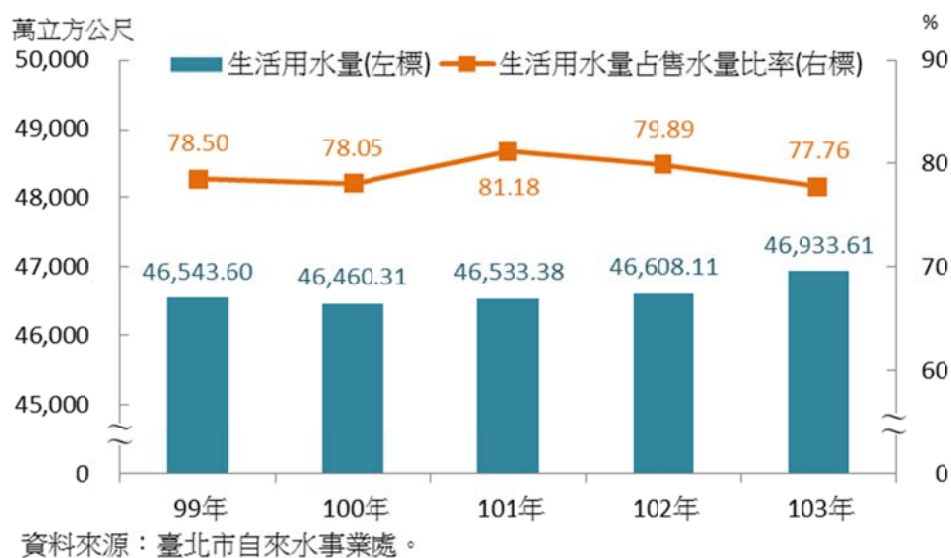


資料來源：經濟部水利署。

參、售水、供水及用水預測

北水處售水量除供水轄區民眾生活用水量外，另包含支援台灣自來水公司水量、工廠、市政及其他用水量，因此依據北水處歷年售水量資料，利用統計模型預測民國 104 年及 105 年售水量，扣除一定比例支援台灣自來水公司水量、工廠、市政及其他用水量，即為供水轄區民眾使用生活用水量預測值。近五年來供水轄區生活用水量平均占售水量比率 79.08% 左右(如圖 6)，因此以 5 年平均估算可供民眾使用生活用水量占售水量比率。

圖 6 供水轄區生活用水量占售水量比率



一、售水量預測方法

本文利用迴歸分析法及 ARIMA 時間序列分析法配適模型，並採用樣本外預測方式評估模型優劣，即樣本分為兩部分，一

部分稱樣本內資料，用來建立模型，另一部分稱樣本外資料，用來評估模型，計算樣本外資料與預測值之預測均方誤差，其公式如下，預測均方誤差求得的數值愈小，則準確度愈高，藉以評估模型的預測能力。

$$\text{MSE} = \frac{\sum (\text{實際值} - \text{預測值})^2}{\text{樣本外資料個數}}$$

(一)迴歸分析法:

迴歸分析係假設某一個欲探討的變數（應變數）會受到其他數個變數（自變數）的影響，而改變其數值，而且有一特定方程式的關係，因此可透過迴歸分析法，來估計出該方程式，以便進行推估。

假設應變數為 Y ，自變數有 X_1, X_2, \dots, X_n ，迴歸分析係假設其關係為：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon$$

其中： Y 為應變數

X_1, X_2, \dots, X_n 為自變數

$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ 為常數項及各自變數的係數

ε 為誤差項

(二)ARIMA 時間序列分析法：

利用其自我迴歸過程 (Autoregression process, AR)、
移動平均過程 (Moving Average, MA) 及差分 (Differential)
等關係來預測未來的走向。通常以 ARIMA (p,d,q) 表示 d
期差分、p 階自我迴歸以及 q 階移動平均之模型，簡介如
下：

p 階自我迴歸模型 AR (p)：

$$\begin{aligned} Y_t &= \delta + \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \cdots + \phi_p Y_{t-p} + a_t \\ \Rightarrow (1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \cdots - \phi_p B^p) Y_t &= \delta + a_t \\ \Rightarrow \phi_p(B) Y_t &= \delta + a_t \end{aligned}$$

其中： Y_t 為第 t 期資料

δ 為常數項

B 為後移運算子 (backward shift operator)

a_t 為第 t 期白色干擾項 (white noise)

q 階移動平均模型 MA (q)：

$$\begin{aligned} Y_t &= \delta + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \cdots - \theta_q a_{t-q} \\ &= \delta + (1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \cdots - \theta_q B^q) a_t \\ &= \delta + \theta_p(B) a_t \end{aligned}$$

其中： Y_t 、 δ 、 B 及 a_t 之定義與 AR (p) 同。

二、售水量預測使用資料

蒐集民國 57 年至 103 年售水量資料，惟 65 年至 77 年因支援台灣自來水公司用水量資料不明，僅引用 78 年至 103 年資料。另模型選取採用樣本外預測方法，爰採用 78 年至 100 年資料建立模型，保留 101 年至 103 年資料評估模型的預測能力。78 年至 100 年臺北市自來水售水量資料之基本統計量如下表 1。

表 1 售水量預測使用資料基本統計量

統計量	售水量 (萬立方公尺)
平均數	56,603.54
中間值	56,743.62
標準差	3,062.50
峰度	1.19
偏態	-0.87
最小值	48,388.79
最大值	61,359.03
個數	23

資料來源：自行彙整。

三、售水量預測結果

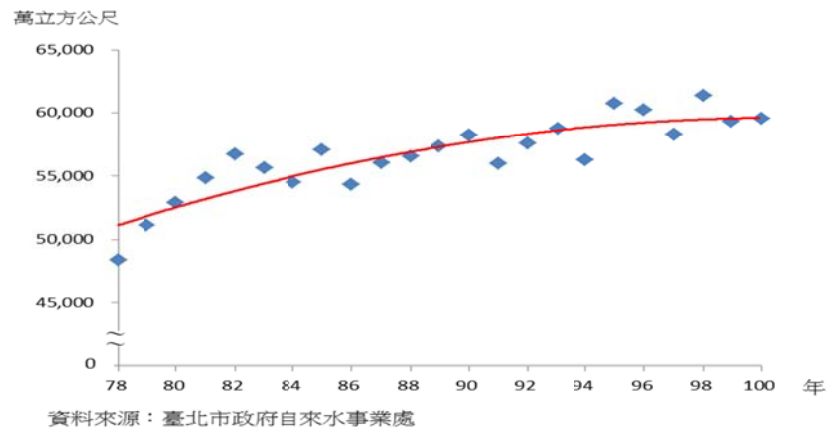
(一)迴歸分析法:

利用 Excel 軟體圖表工具，觀察民國 78 年後售水量呈現線性型態（如圖 7），求出其一元一次迴歸方程式如下：

$$\text{第 } t \text{ 年售水量} = -16.19X_t^2 + 3,266.94 X_t - 105,208.91$$

$$X_t = \text{第 } t \text{ 年}$$

圖 7 售水量實際值



(二)ARIMA 時間序列分析法：

非恆定的序列須先經過差分的處理方式將其轉變為恆定序列，再透過 ARIMA (p,d,q) 的模型來預測，爰先經過單根檢定，選擇 d 期差分之穩定時間序列，取 p=0、1 及 q=0、1 進行試算，選取預均方誤差最小的組合，其公式如下。

$$MSE = \frac{\sum (\text{實際值} - \text{預測值})^2}{\text{樣本數} - 1}$$

依據單根檢定結果，2 期差分之售水量時間數列為恆定序列，爰選擇 d=1。由下表 2 可知，售水量之時間序列分析法預測模型 ARIMA (2,1,2) 之均方誤差最小，爰選取該模型。

表 2 ARIMA 時間序列法誤差值

參數 (p,d,q)	均方誤差 (MSE)	排序
(0,1,0)	4,192,109.50	1
(0,1,1)	3,651,501.08	2
(0,1,2)	2,668,843.53	7
(1,1,0)	3,596,610.64	3
(1,1,1)	3,570,441.70	4
(1,1,2)	2,423,498.30	8
(2,1,0)	3,501,896.78	5
(2,1,1)	2,998,244.25	6
(2,1,2)	2,293,842.75	9

資料來源：自行估算。

利用迴歸分析法及 ARIMA 時間序列分析法配適模型，採用樣本外預測方法，預測均方誤差最小者為最佳預測模型，並計算預測值，依據表 3 結果，預測均方誤差最小者為迴歸分析法，爰售水量採用迴歸分析法預測，其民國 104 年售水量預測值為 5 億 9,452.90 萬立方公尺，105 年預測值為 5 億 9,336.35 萬立方公尺，並採 79.08% 估算可供民眾使用生活用水量占售水量比率，則可供民眾使用生活用水量預測值（以下簡稱生活用水量預測值）104 年為 4 億 7,013.67 萬立方公尺，105 年為 4 億 6,921.50 萬立方公尺。

表 3 預測模型比較及預測值

模型	均方誤差 (MSE)	預測值 (萬立方公尺)			
		104 年		105 年	
		售水量	生活 用水量	售水量	生活 用水量
★迴歸分析法	2,487,024.61	59,452.90	47,013.67	59,336.35	46,921.50
時間序列分析法 ARIMA (2,1,2)	2,718,447.39	59,533.96	47,077.77	59,453.69	47,014.29

資料來源：自行估算。

四、供水及用水預測結果

依臺北市政府主計處之臺北市人口趨勢及預測結果，可得結果如下表 4。民國 104 年及 105 年推估之年中人口數分別為 270 萬 8,558.5 人及 272 萬 475 人。由於臺北市供水普及率已近飽和，因此假設行政區域人數（即戶籍人口數）等於實際供水人數。另因每人每日生活用水量趨於穩定，爰臺北市 104 年及 105 年每人每日生活用水量以 333 公升推估，新北市 104 年及 105 年每人每日生活用水量以 296 公升推估。

表 4 臺北市人口預測結果

單位：人

年別	年底人口數	年中人口數①
103	2,702,315	2,694,416
104	2,714,802	2,708,559
105	2,726,148	2,720,475
106	2,735,973	2,731,061

備註：①採無條件進位。

說明：103 年為臺北市政府民政局戶籍人口數，104 年起為臺北市政府主計處推計數。

資料來源：臺北市政府主計處。

由上節生活用水量預測結果顯示，民國 104 年生活用水量預測值為 4 億 7,013.67 萬立方公尺，每人每日生活用水量以 333 公升推估，臺北市設籍人口生活用水量預測值為 3 億 2,921.18 萬立方公尺，尚餘 1 億 4,092.49 萬立方公尺可供新北市使用，以 296 公升推估新北市每人每日生活用水量，即可供應 137 萬 4,377 人使用；同理，105 年生活用水量預測值為 4 億 6,921.50 萬立方公尺，每人每日生活用水量以 333 公升推估，臺北市設籍人口生活用水量預測值為 3 億 3,156.61 萬立方公尺，尚餘 1 億 3,764.89 萬立方公尺可供新北市使用，以 296 公升推估新北市每人每日生活用水量，即可供應 127 萬 574 人使用(詳表 5)。

表 5 售水量及用水量預測結果

年別	生活用水量 預測值 (萬立方公尺) A	全年 日數 (日) B	臺北市			新北市		
			每人 每日 生活 用水 量 (公升) C	年中 設籍 人口數 (人) ① D	設籍人口 生活用水量 預測值 (萬立方公尺) E=B*C/1,000*D	扣除臺北市 生活用水量 預測值 (萬立方公尺) F=A-E	每人 每日 生活 用水 量 (公升) G	可供水 年中 人口數 (人) ① H=F*1,000/G/B
104	47,013.67	365	333	2,708,559	32,921.18	14,092.49	296	1,304,377
105	46,921.50	366	333	2,720,475	33,156.61	13,764.89	296	1,270,574

備註：①採無條件進位。

說明：每人每日生活用水量(公升)=生活用水量(立方公尺)÷年中供水人數÷全年日數×1,000。

資料來源：自行估算。

肆、結論與建議

由預測結果顯示，民國 104 年及 105 年臺北市雖用水無虞，甚至可支援新北市，惟臺灣地形東西部狹窄，島內山脈地勢大多高而險峻，坡降度極大，形成河川特色「坡陡流短水急」不利蓄水，加上降雨時空分布不平均，降雨後皆迅速流入海洋，甚難蓄存，使得水資源並未充分利用。因此，每人每年實際可分配到的降雨量甚少，只及世界平均值的七分之一，另臺灣的降雨量在地域、季節的分布極不平均，更容易造成地區性、季節性的乾旱，因此更顯水資源的珍貴，爰提供以下建議：

一、減少水污染，保護水資源：

水污染是人類文明、科學進步的副產物，目前嚴重的河川污染、地下水污染，不僅破壞了自然環境也讓我們可利用的水越來越少。爰應極力推動減少水污染之相關作為，以保護水資源。

二、珍惜水資源，節約用水：

「有水當思無水之苦」，水資源得來不易，爰節約用水及加強水的再生及再利用為現今的重要課題，因加強推廣水資源永續利用之理念，持續推動各項節水政策與措施，作為社會經濟永續發展的保證。

在產業變遷的情況下，用水結構與用水量隨之改變，水資源成為永續發展重要的一環，北水處除穩定提供臺北市用水外，期能支援新北市用水，落實水資源共享，達成永續發展之理念。

伍、參考資料

- 一、臺北市自來水事業處統計年報。
- 二、臺北市自來水事業處公務統計報表(99-103 年)。
- 三、經濟部水利署公務統計報表(99-103 年)。
- 四、臺北市政府主計處(104 年)，臺北市人口趨勢及預測結果分析。