

109 年 2 月份 地層下陷與地下水整合分析

2020.3.27

壹、摘要

一、監測成果

全台自 109 年 1 月中旬後均進入枯水壓縮期，109 年 2 月包含雲林、嘉義的內陸與沿海地區，及台南沿海地區均有明顯壓縮加劇的情形，其中以嘉義義竹地區最為顯著(壓縮速率達 2.0 公分/月)；雖 109 年度(迄 109 年 2 月止)全台的地層累計壓縮情勢多較去年緩和，但屏東林邊、佳冬等沿海地區則有較 108 年度壓縮情勢加劇的趨勢。

二、地陷分析

雲林內陸高鐵沿線的土庫地區，109 年度降雨條件較 108 年度佳，土庫(3)、土庫(4)地下水水位回昇量較 108 年度同期間大(土庫(4)差異量為 1.4m)，應為土庫地區地層壓縮較 108 年度緩和主因；屏東沿海的林邊地區，109 年度降雨條件較 108 年度不足，崎峰(2)、崎峰(4)地下水水位下降幅度較 108 年度同期間大(崎峰(2)差異量為 0.6m)，應為林邊地區地層壓縮較 108 年度加劇主因。

三、地陷預警

依地陷監測井最新監測成果，以歷年各月壓縮變化情勢與深地層年平均壓縮速率推估，全台 109 年度全年地層壓縮(下陷)量可望較 108 年減少，但全年下陷量可能大於 3 公分的範圍包含雲林土庫、嘉義布袋及屏東林邊等地區；若未加強後續枯水期間的地下水管理且遭遇嚴峻水情，則包含彰化溪州，雲林虎尾、土庫、元長，嘉義布袋、義竹、新港，屏東林邊、佳冬、枋寮等地區的全年下陷量均可能有顯著下陷情形。

貳、監測成果

本署定常量測以監測地表至特定深度(以 300m 為主)範圍地層變化的地陷監測井計 55 口；於地層顯著壓縮地區連續監測地表至特定深度範圍地層變化的深層樁計 5 處(7 口)，可輔助即時掌握更高時間解析度的地層變化情勢；持續觀測的 GNSS 站計 30 站，以輔助掌握地表高程(全深度地層)變化情勢(表 1)。

一、地陷監測井

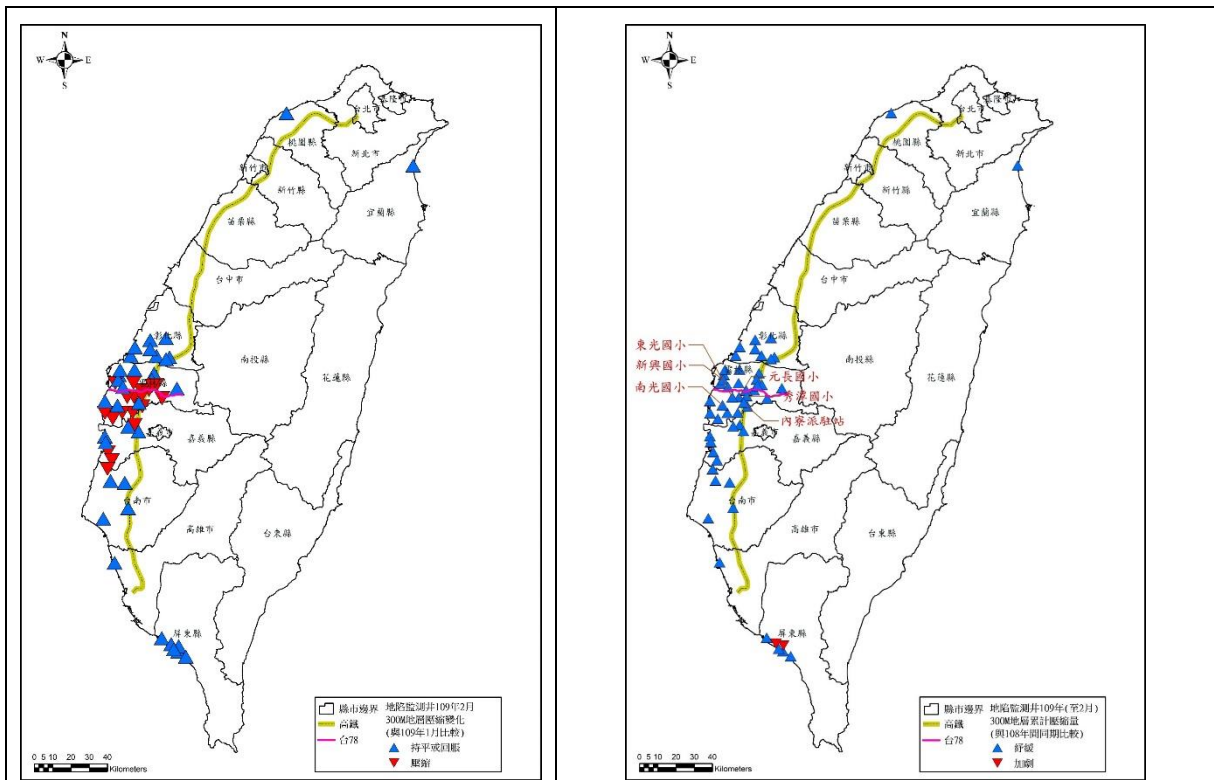
經最新(109 年 2 月)監測成果(圖 1)顯示：

- (一)本月全台有 41% 監測井呈明顯壓縮狀態，主要集中在雲林內陸虎尾、土庫、元長及沿海水林、口湖、四湖；嘉義沿海布袋、義竹及內陸的新港；台南北門。最大壓縮量為(嘉義義竹)南興國小的 2.0 公分/月。
- (二)自 108 年度區域水準檢測月起算至 109 年 2 月止，全台地表至 300m 深度範圍地層壓縮情勢相較於 108 年度同期更顯嚴重者約 4%，主要為屏東林邊佳冬地區。本年度迄今最大累計壓縮量則為(彰化溪州)僑義國小的 1.2 公分，次為(屏東林邊)林邊國中的 0.8 公分。

表 1 109 年 2 月地層下陷監測成果概要表

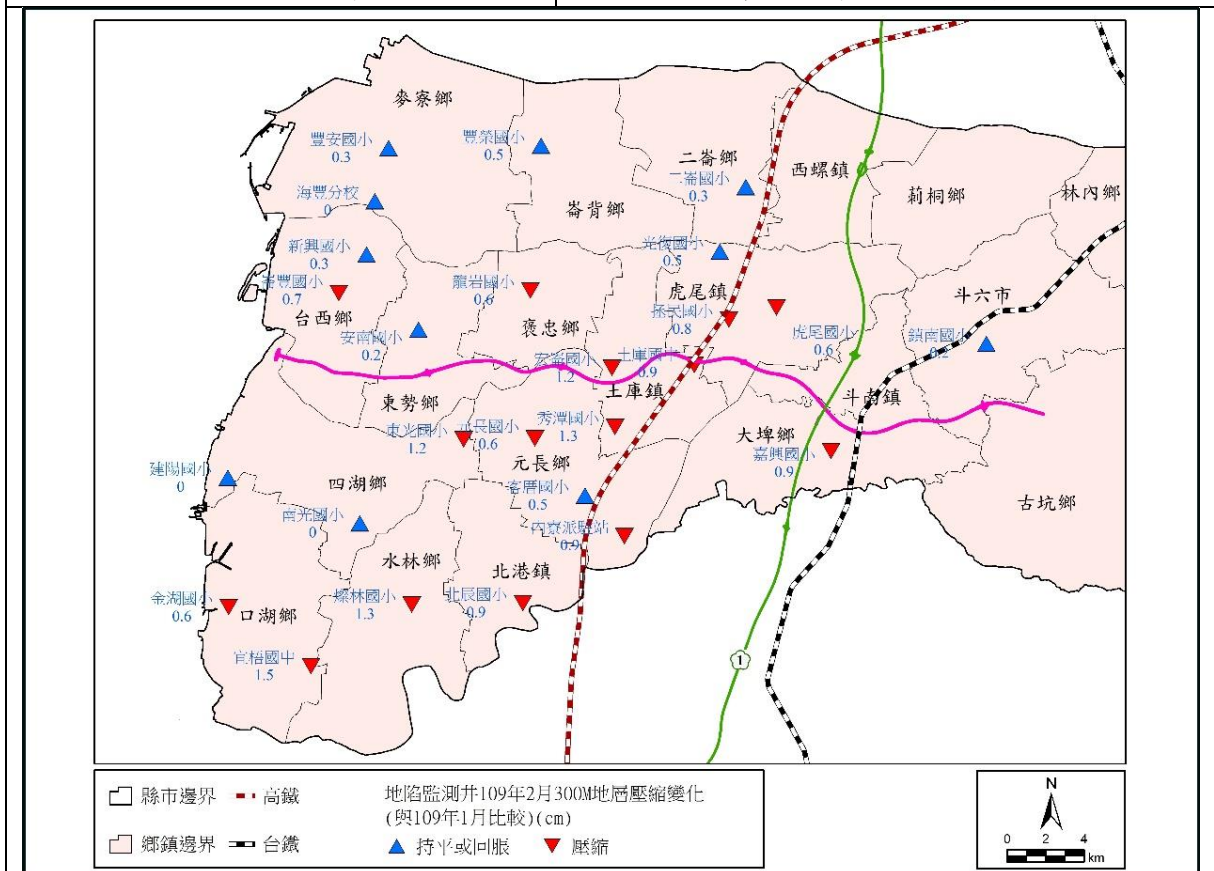
監測方法	監測深度範圍	下陷(壓縮)速率(公分/月)				累計下陷(壓縮)量(公分)			
		期距	主要發生區域(>1)	最大	地點	較 108 年度加劇之主要區域	最大	地點	期距
地陷監測井	0~300m	109/2	雲林虎尾、土庫、元長、水林、口湖、四湖，嘉義布袋、義竹、新港，台南北門	2.0	嘉義義竹	屏東林邊、佳冬	1.2*	彰化溪州	108/4~109/2
GNSS	全深度	109/1	雲林元長、屏東林邊	1.3	屏東林邊	屏東林邊、佳冬	2.0	彰化溪州	108/4~109/1
深層樁	0~300m	109/2/29	雲林土庫、嘉義六腳	1.2	嘉義六腳	無	1.2	雲林虎尾	108/4~109/2

*：(彰化溪州)僑義國小地陷監測井近 1 年量測多有缺測，且近幾次量測有異常壓縮情形；雖(雲林口湖)金湖國小自 7 月起算之累壓量為 1.0 公分，但鄰近宜梧國中 4~7 月則為回脹 2.9 公分，研判 109 年迄今累壓量仍為回脹。



(A) 本月(109年2月)全台地表下0~300m地層壓縮情勢圖

(B) 全台地表下0~300m地層109年度(迄109/2止)壓縮情勢與108年度同期比較圖



(C) 本月(109年2月)雲林地區地表下0~300m地層壓縮情勢圖

圖1 地陷監測井109年2月監測成果圖

二、GNSS 站、深層樁

經 GNSS 站最新(109 年 1 月)解算結果及深層樁最新(109 年 2 月 29 日)監測成果顯示(圖 2)：

- (一)全台 109 年度迄 109 年 1 月止的地表累計下陷情勢仍與 108 年 12 月相當，整體而言，除屏東沿海地區外，均呈現較去年緩和情形。
- (二)全台測站(樁)109 年 1 月的當月下陷情勢，於上半個月相對緩和(與 108 年 12 月相當)，下半個月起則開始呈現下陷之勢，尤以雲林元長與屏東林邊地區最為顯著。
- (三)109 年 2 月下陷顯著地區的地層整個月均呈明顯壓縮加劇，(雲林土庫)土庫國中 300M 及(嘉義六腳)灣內國小 100M 深層樁於 109/1/31~109/2/29 期間壓縮量均達 1.1~1.2 公分。

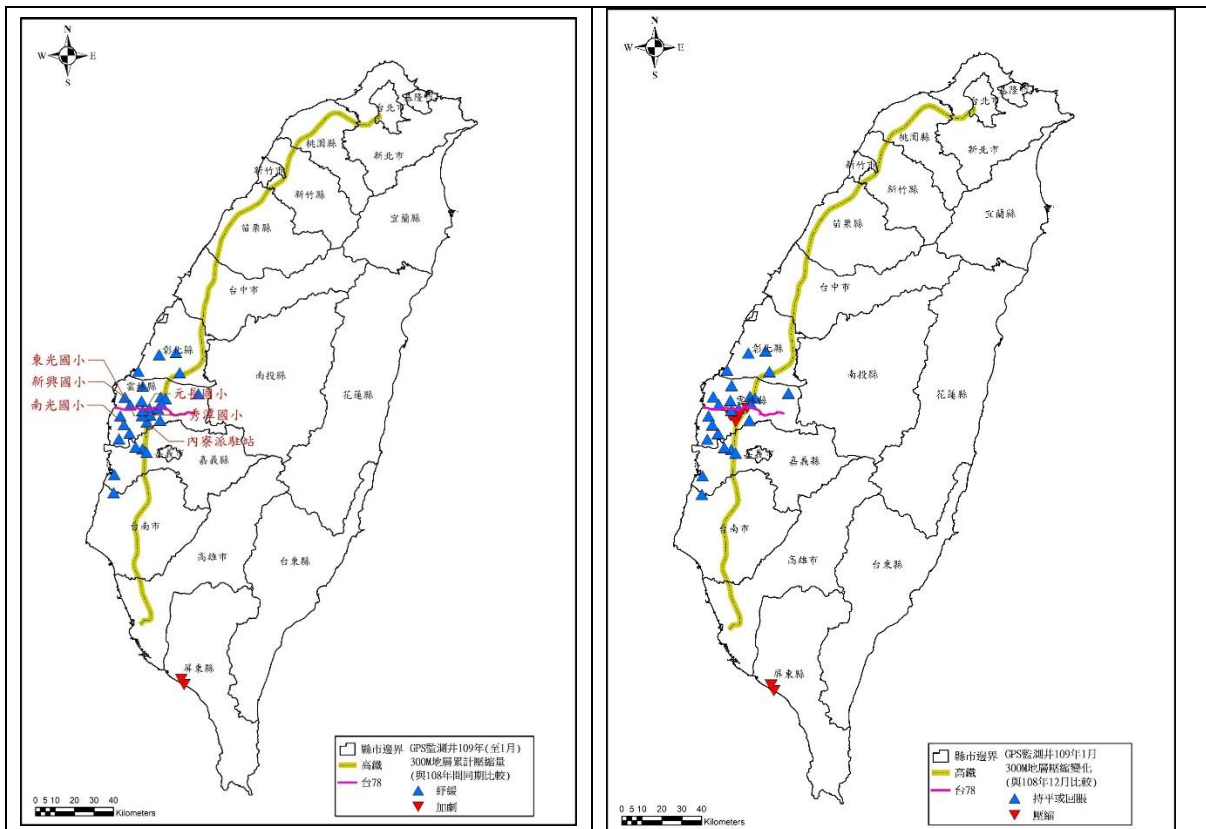
三、本年度地層下陷(壓縮)逐月變化情勢

(一)豐水期(5~10 月)期間：

108 年 6~8 月期間地層呈回脹情勢；於 9 月中旬開始壓縮；10 月份地表高程概呈全面下陷狀態，本年度於此時的累計下陷量尚小於 1 公分。

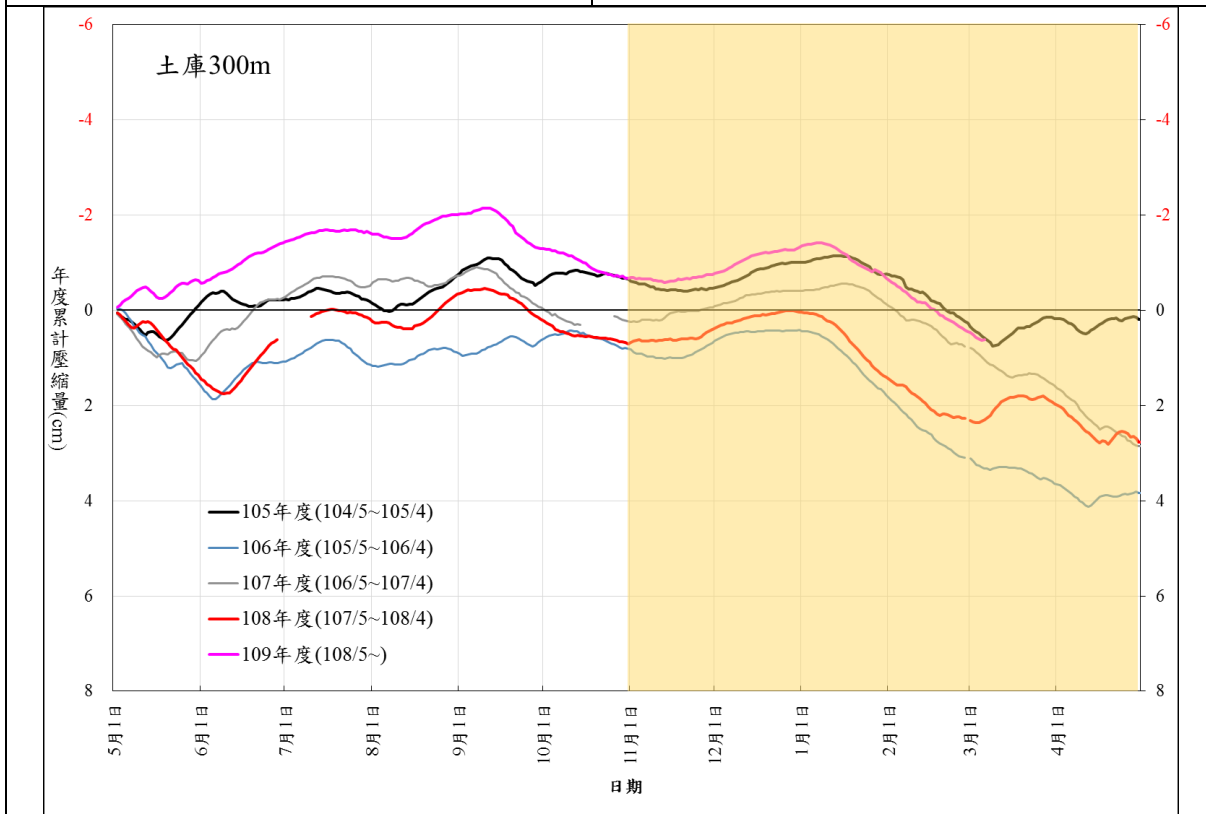
(二)枯水期(11~4 月)期間：

- 1.108 年 11 月下陷情勢較 10 月份緩和；12 月則彰化、雲林地區地層無顯著壓縮情形，屏東、嘉義沿海地區地層則持續壓縮。
- 2.109 年 1 月中旬以前全台下陷情勢與 108 年 12 月相當，1 月中旬後開始進入 109 年度之枯水壓縮期，全台許多地區的地層即有明顯壓縮加劇情形；2 月份全台地層壓縮加劇情形更為明顯(嘉義縣最顯著)，而本年度於此時的最大累計下陷量已約達 2 公分。



(A) 全台 109 年度(迄 109/1 止)地表下陷情勢與 108 年度同期比較圖

(B) 109 年 1 月當月全台地表下陷情勢圖



(C) (雲林縣土庫鎮)土庫國中 300M 深層樁分年累計壓縮歷線圖

圖 2 GNSS 站、深層樁最新監測成果圖

參、監測成果分析

經本署地下水水位與氣象局降雨量即時觀測資料，分析地層壓縮(下陷)情勢變化與地下水水位、降雨量變化之互動影響：

一、雲林內陸地區

以土庫國中深層樁、地下水水位觀測井土庫站及土庫雨量站觀測資料繪製 107/4~108/4 及 108/4~109/2 歷線圖如圖 3 所示，圖中顯示：

- (一)109 年 1~2 月期間，土庫地區幾無降雨量(18.5mm)，產業依慣性抽水使得地下水水位下降近 6m(土庫(2)-90m、土庫(3)-185m)，地表下 0~300m 範圍地層計壓縮 1.7cm，其中 0~130m 範圍地層壓縮 1.1cm(65%)。
- (二)108/4~109/2 土庫地區累計降雨量為 1,221mm，各分層地下水水位回昇 0.9~2.0m，相較於 108 年度同期(107/4~108/2)的累計降雨 1,078mm、地下水水位回昇 0.6~1.2m，顯示土庫地區 109 年度水情條件較 108 年度佳。
- (三)108/4~109/2 土庫地區地表下 0~300m 範圍地層累計壓縮量為 0.45cm(0~130m 為 0 cm)，較 108 年度同期(107/4~108/2)的累計壓縮 2.3cm(0~130m 為 1.2 cm)小，依現有資料分析初步研判土庫地區 109 年度地層壓縮情勢較 108 年度緩和。
- (四)分析各分層地下水水位，前述 109 年度土庫(3)-185m、土庫(4)-269m 地下水水位回昇量較 108 年度同期間大(土庫(4)差異量為 1.4m)，應為土庫地區地層壓縮較 108 年度緩和主因。

二、屏東沿海地區

以林邊國中地陷監測井、地下水水位觀測井林邊站及林邊雨量站觀測資料繪製 107/4~108/4 及 108/4~109/2 歷線圖如圖 4 所示，圖中顯示：

- (一)109 年 1~2 月期間，林邊地區幾無降雨量(20mm)，產業依慣性抽水條件下，地下水水位下降近 1m(崎峰(2)-78m、崎峰(3)-134m)，地表下 0~270m 範圍地層計壓縮 0.2cm(上個月地陷監測井壓縮 0.7cm，約佔 GPS 站下陷 1.3cm 的 50%)。

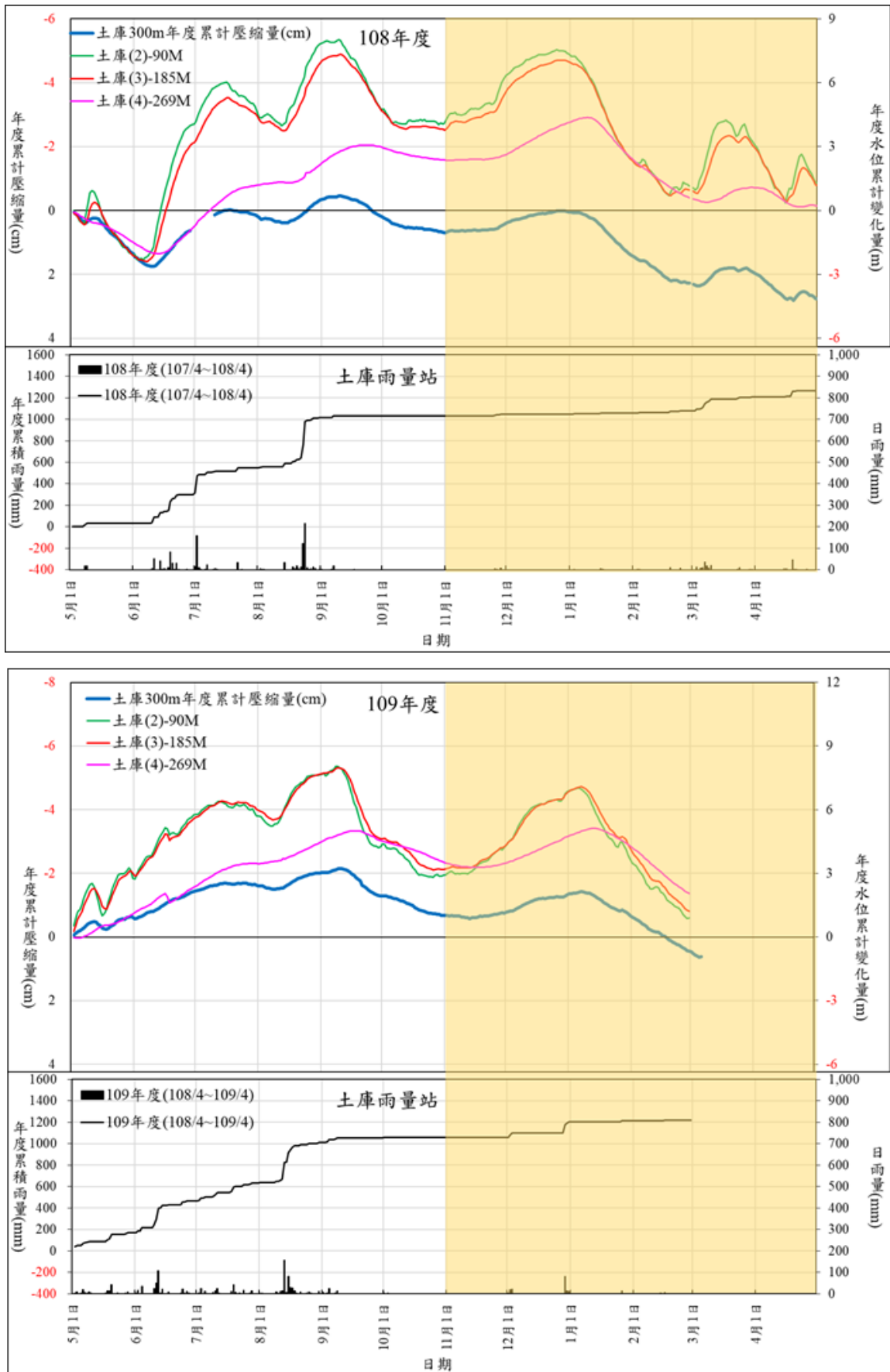


圖 3 土庫國中測站降雨量、地下水位及地層下陷(300 公尺深水準樁)變化圖

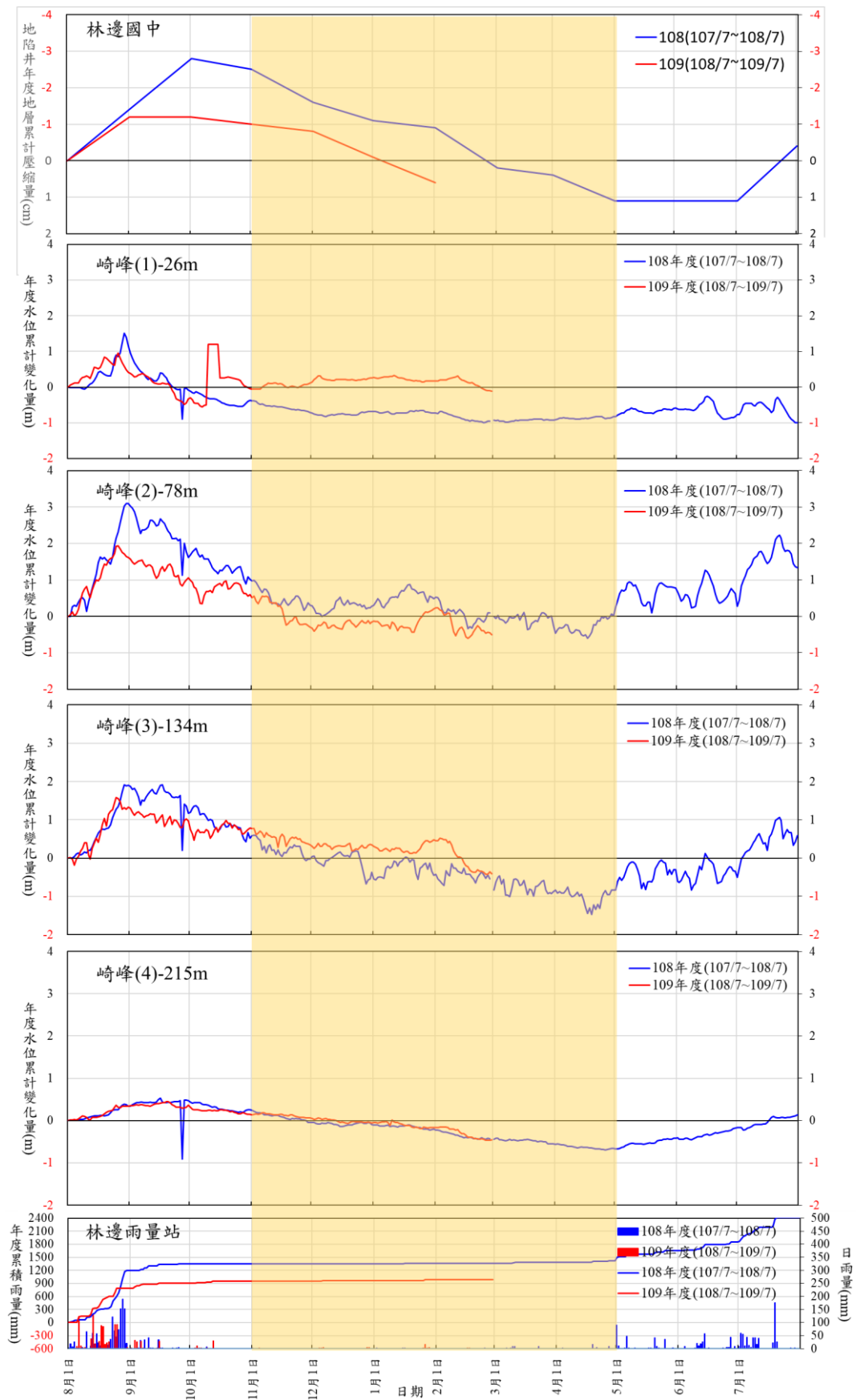


圖 4 林邊國中測站降雨量、地下水位及地層下陷(270 公尺地陷井)變化圖

(二)108/4~109/2 林邊地區累計降雨量為 991mm，各分層地下水水位下降 0.3~0.9m(崎峰(3)-134m)，相較於 108 年度同期(107/4~108/2)的累計降雨 1,357mm、地下水水位下降 0~1.0m (崎峰(1)-26m)，顯示林邊地區 109 年度水情條件較 108 年度不足。

(三)108/4~109/2 林邊地區地表下 0~270m 範圍地層累計壓縮量為 0.8cm，較 108 年度同期(107/4~108/2)的累計壓縮 0.2cm 大，依現有資料分析初步研判林邊地區 109 年度地層壓縮情勢較 108 年度有加劇的趨勢。

(四)分析各分層地下水水位，前述 109 年度崎峰(2)- 78m、崎峰(4)-215m 地下水水位下降量較 108 年度同期間大(崎峰(2)差異量為 0.6m、崎峰(4)差異量為 0.1m)，應為林邊地區地層壓縮較 108 年度加劇主因。

肆、地層壓縮(下陷)預警

整合全台各地陷監測井本(109)年度迄今(2月)累計壓縮量及各測井歷年月壓縮變化情勢、深地層(地表下 0~300M 範圍以外地層)年平均壓縮速率，進行 109 年全年可能累計壓縮(下陷)量如表 2 所示，表中顯示：

一、本年度迄 2 月累計地層壓縮量與去年度全年累計壓縮量比較

除屏東佳冬、枋寮地區外，全台地層壓縮顯著地區測井的壓縮比例(發展進度)均小於 38%。宜蘭、桃園、台南、高雄等地層壓縮不顯著地區則比例相對高。

二、本年度全年累計壓縮推估量與去年度全年累計壓縮量比較，

(一)以平均月壓縮變化情勢預估

全台 109 年度地層壓縮情勢可望較 108 年緩和，但嘉義布袋與屏東林邊、佳冬(地層壓縮顯著地區)，及台南新市與高雄永安(非地層壓縮顯著地區)等地區的 109 年度全年地層壓縮量可能較 108 年度大。

(二)以最大月壓縮變化情勢預估

除了前述地區外，包含雲林口湖、四湖，嘉義義竹、太保、東石，台南下營、學甲等地區的 109 年度全年地層壓縮量可能較 108 年度大。

三、推估本年度全年下陷量

(一)以平均月壓縮變化情勢預估

全台 109 年度地層下陷量可能大於 3 公分的地區概有：雲林土庫的 3.5 公分(108 年度為 6.3)、嘉義布袋的 3.0 公分(108 年度為 3.1)、屏東林邊的 3.9 公分(108 年度為 3.0)。

(二)以最大月壓縮變化情勢預估

全台 109 年度地層下陷量可能大於 3 公分的地區概有：

- 1.彰化：溪州 3.3 公分(108 年度為 3.3)。
- 2.雲林：虎尾 3.7 公分(108 年度為 4.4)、土庫 4.8 公分(108 年度為 6.3)、元長 3.0 公分(108 年度為 6.5)。
- 3.嘉義：布袋 4.6 公分(108 年度為 3.1)、義竹 3.4 公分(108 年度為 2.9)、新港 3.3 公分(108 年度為 2.9)。
- 4.屏東：林邊 7.2 公分(108 年度為 3.0)、佳冬 5.4 公分(108 年度為 3.1)、枋寮 4.5 公分(108 年度為 2.9)。

表 2 109 年地層壓縮(下陷)情勢預測概要表

序	區域	鄉 鎮	井 名	深度 (公尺)	指 標 環	水 準 測 份 A	107/A~ 108/4 累 計 壓 縮 量 (公 分)	108/A~109/2 累 計 壓 縮 情 勢		預 估 108/A~109/A 累 計 壓 縮 量 (公 分)		預 估 全 年 (108/A~109/A) 下 陷 量 (公 分)	
								壓 縮 量 (公 分)	比 例 (%)	以 最 大 值 推 估	以 平 均 值 推 估	以 最 大 值 推 估	以 平 均 值 推 估
1	彰化	竹塘鄉	竹塘工作站	300	26	4月	1.6	0.5	31	1.5	1.0	1.5	1.0
2		大城鄉	西港國小	300	25	4月	0.4	-0.3	0	0.7	0.1	0.9	0.3
3		溪湖鎮	湖南國小	300	24	4月	2.2	0.4	18	1.9	1.2	2.2	1.5
4		二林鎮	新生國小	300	27	4月	1.5	0.2	13	1.8	1.0	2.4	1.6
5		芳苑鄉	新街國小	300	24	4月	0.3	-0.5	0	0.3	-0.1	0.3	-0.1
6		溪州鄉	溪州國小	300	27	4月	0.8	0.0	0	1.4	0.9	3.3	2.8
7		溪州鄉	僑義國小	300	31	4月	—	1.2	—	1.8	1.7	1.8	1.7
8		二林鎮	興華國小	300	26	4月	1.3	0.5	38	1.9	1.0	2.1	1.2
9	雲林	二崙鄉	二崙國小	300	27	4月	1.1	-0.3	0	0.8	0.3	0.9	0.4
10		土庫鎮	土庫國中	300	24	4月	2.9	-0.3	0	2.3	1.1	4.4	3.2
11		元長鄉	元長國小	300	26	4月	4.3	-0.5	0	2.4	1.1	3.0	1.7
12		元長鄉	內寮派駐站	300	26	4月	5.2	-0.7	0	2.7	1.2	2.9	1.4
13		北港鎮	北辰國小	320	28	4月	2.3	-1.8	0	1.1	-0.1	1.1	-0.1
14		虎尾鎮	光復國小	300	26	4月	2.2	0.6	27	2.2	1.4	3.7	2.9
15		土庫鎮	宏崙國小	340	29	4月	3.3	0.1	3	3.2	1.9	4.8	3.5
16		土庫鎮	秀潭國小	300	25	4月	6.2	-0.9	0	2.8	1.1	4.0	2.3
17		口湖鄉	宜梧國中	300	27	4月	1.3	-2.6	0	2.3	-0.0	2.4	0.1
18		四湖鄉	東光國小	300	28	4月	3.1	-0.7	0	2.0	1.0	2.0	1.0
19		虎尾鎮	虎尾國小	300	30	4月	1.8	-0.2	0	1.4	0.7	1.8	1.1
20		口湖鄉	金湖國小(新)	300	15	4月	0.0	1.0	>100	1.2	0.3	1.5	0.6
21		元長鄉	客厝國小	300	20	4月	3.3	-0.5	0	2.0	0.8	3.4	2.2
22		四湖鄉	建陽國小	200	16	4月	-0.1	-0.3	0	1.0	0.2	1.3	0.5
23		虎尾鎮	拯民國小	330	28	4月	2.4	0.0	0	2.1	1.2	2.5	1.6
24		麥寮鄉	海豐分校	200	15	4月	-0.1	-0.5	0	0.3	-0.4	0.5	-0.2
25		台西鄉	崙豐國小(新)	300	30	4月	0.9	-0.3	0	0.8	0.8	0.8	0.8
26		台西鄉	新興國小	300	22	4月	0.4	-0.7	0	0.8	-0.1	1.4	0.5
27		大埤鄉	嘉興國小	300	28	4月	0.8	-1.4	0	0.9	-0.5	0.9	-0.5
28		褒忠鄉	龍岩國小	300	30	4月	2.7	-0.2	0	1.9	1.3	2.7	2.1
29		水林鄉	燦林國小	300	28	4月	3.1	-2.1	0	2.6	0.5	2.7	0.6
30		麥寮鄉	豐安國小	300	23	4月	0.1	-0.5	0	0.4	-0.3	0.4	-0.3

表 2 (續)109 年度地層壓縮(下陷)預量測概要表

序	區域	鄉 鎮	井 名	深度 (公尺)	指 標 環	水 準 測 份 A	107/A~ 108/4 累 計 壓 縮 量 (公 分)	108/A~109/2 累 計 壓 縮 情 勢		預 估 108/A~109/A 累 計 壓 縮 量 (公 分)		預 估 全 年 (108/A~109/A) 下 陷 量 (公 分)	
								壓 縮 量 (公 分)	比 例 (%)	以 最 大 值 推 估	以 平 均 值 推 估	以 最 大 值 推 估	以 平 均 值 推 估
31	雲林	崙背鄉	豐榮國小	300	27	4 月	1.6	-0.5	0	1.7	0.7	1.9	0.9
32		斗六市	鎮南國小	300	26	4 月	0.4	-0.9	0	0.0	-0.5	0.0	-0.5
33		四湖鄉	南光國小	300	27	4 月	—	-1.6	—	—	—	—	—
34		東勢鄉	安南國小	300	28	4 月	—	-0.7	—	—	—	—	—
35	嘉義	布袋鎮	布袋國小 (新)	300	24	5 月	0.8	—	—	4.3	2.7	4.6	3.0
36		新港鄉	安和國小	300	26	5 月	1.3	-1.0	0	3.3	1.0	3.3	1.0
37		東石鄉	東石國小	300	25	5 月	-0.5	-1.6	0	1.5	-0.0	1.5	-0.0
38		義竹鄉	南興國小	300	24	5 月	0.8	0.3	38	3.4	1.2	3.4	1.2
39		太保市	新埤國小	300	27	5 月	-0.2	-0.6	0	2.0	0.1	2.1	0.2
40		東石鄉	網寮國小	300	24	5 月	0.2	-1.0	0	2.5	0.4	2.5	0.4
41		六腳鄉	潭墘分校	300	28	5 月	0.3	-2.1	0	2.2	0.5	2.2	0.5
42	屏東	枋寮鄉	大庄	200	23	7 月	0.9	0.6	67	4.5	2.5	4.5	2.5
43		東港鎮	以栗國小	200	8	7 月	-0.2	0.5	0	1.4	0.5	1.4	0.5
44		佳冬鄉	佳冬國小	200	17	7 月	-0.3	0.5	0	5.1	1.8	5.1	1.8
45		枋寮鄉	枋寮國中	200	18	7 月	0.3	0.0	0	3.0	0.7	3.0	0.7
46		林邊鄉	林邊國中	270	29	7 月	-0.4	0.8	0	5.5	2.2	7.2	3.9
47		佳冬鄉	頂寮安檢所	200	29	7 月	0.0	0.5	>100	0.4	0.4	2.3	2.3
48	宜蘭	壯圍鄉	大福國小	250	30	6 月	0.3	0.4	>100	1.2	0.4	1.2	0.4
49	桃園	觀音區	樹林國小	150	17	4 月	-0.1	-0.2	0	0.1	-0.2	0.1	-0.2
50	臺南	下營區	下營國小	300	27	7 月	0.1	0.7	>100	2.4	0.8	2.4	0.8
51		安南區	成大水工所 (新)	300	26	7 月	0.3	0.4	>100	1.0	0.4	1.0	0.4
52		新市區	怡安科技	300	27	7 月	-0.7	0.3	>100	1.8	0.2	1.8	0.2
53		學甲區	學甲國中	300	26	7 月	0.1	0.1	100	2.4	0.6	2.4	0.6
54		北門區	錦湖國小	300	28	7 月	—	—	—	—	—	—	—
55	高雄	永安區	鹽田分校	250	28	4 月	-0.1	0.5	>100	2.2	0.9	2.2	0.9

註：1..—表缺測或無足夠歷史資料進行預測。