

台北盆地小氣候之研究※

劉 衍 淮

A Study of The Microclimate of Taipei Basin

Liu Yen Huai

Abstract

In the campus of the National Taiwan Normal University thermometers for measuring temperatures in the ground were placed and observations at noon time on two days with fine weather in May 1972 will be discussed here. The average temperature on the ground was 36°C, and at 100cm depth it was 22.9°C. The vertical temperature gradient of the first 10 cm layer was very steep and equaled 1 degree per centimeter. From this gradient we can obtain a heat flow of 5 cal. per square cm per hour downward in the ground. The curve of the temperature change with the depth in the ground resembled in a rather small scale that of the water in the free ocean of the middle latitude which professor A. Defant defined as troposphere of the ocean, and the lower layer as the stratosphere, because the temperature gradient was much smaller. According to the measurement made in Weather Bureau in Taipei on two days in July 1970 and 1971, with fine weather, temperature on the ground was only 3.4 degree C higher than that at a 100 cm depth. The average vertical temperature gradient in the ground in July was much smaller than that we measured in May.

According to observations in the two years 1970 and 1971, the mean temperature on the ground surface in July was 15.8 degree C higher than that in January. In the ground, the temperature increased with the depth in January and decreased with the depth in July. At a depth about 370 cm, the temperature in both month January and July were the same, 23.6 degree C. Below 370 cm it was warmer in January than in July, and at 500 cm depth the temperature in January was 1.1 degree C higher than that in July.

In two fine weather afternoons in June 1972, three groups of our students were sent by cars to make observations at 20 localities along three routs in the region of Taipei Basin. After that charts of distributions of air temperature, ground (surface) temperature and relative humidity of the air were drawn. The patterns of the same meteorological element in charts on different days were not identical. The cause of that was the wind conditions in these two afternoons were different. Winds from different directions brought in different airmasses and caused changes of the windward and lee sides in Taipei area. Winds with different velocity stimulated different turbulence of the air. Topography, watercourses, nature of the ground, plants, and settlement with high buildings all are influential factors to the local climate or microclimate of Taipei Basin. However, in the charts of the approximately synchronous observations the urban effects on climate in Taipei area were distinctly to be noticed. In the downtown of Taipei it was warmer and dryer than most parts of the outskirts of the city.

內 容 目 次

壹、序 論

一、小氣候的研究

二、大氣候和小氣候的差異

三、小氣候研究簡史

貳、臺北盆地的小氣候

一、研究動機與經過

- 二、臺北盆地的地形
- 三、已有的臺北盆地氣候的研究
- 叁、臺北地內溫度的變化
 - 一、地內正常溫度層次的表示
 - 二、師大觀測結果
 - 三、氣象局觀測結果
 - 四、地內溫度傳播的理論
 - 五、1970與1971兩年1月7月地內溫度
 - 六、地內溫度的晝間變化
- 肆、臺北盆地氣候要素的同時分佈
 - 一、觀測方法
 - 二、觀測結果
 - 三、氣溫分佈
 - 四、地面溫度分佈
 - 五、相對濕度分佈
- 伍、結 論

壹、序 論

一、小氣候的研究

一般人都曉得國家設有測候網，各氣象臺把儀器放置在百葉箱中，作按時觀測。百葉箱中的儀器，受到了保護，輻射和降水都不能影響它們。因為百葉箱的各面，都是百葉板造成的，通風良好，因而能測量到有代表性的空氣性質。百葉箱是安置在出地面1.5—2公尺的高度，並且距離建築物有相當遠，所以地面和其他物體的影響，大為減小。地面性質，有無植物，也不關重要，所以這種氣象臺所觀測得的氣候，對廣大範圍都有代表性，現今稱之為大氣候（macroclimate）。這也就是各文明國家的氣象學者，地理學者所經常研究和出版的氣象年報中的氣候，和氣候學及氣候地圖集中所表示的氣候。

1.5—2公尺以下的氣層，叫做近地面氣層，在這一層中常見有顯明的不同情況。越接近地面，因地面的摩擦作用越顯而風速減小，空氣的混合量也越小，因為空氣混合可使小區差別減小。地面值得注意，它能吸收日射而增高本身溫度，形成熱源，也能由輻射而變冷而成為其上空氣的冷源。地面又是水汽的源地，蒸發使水汽進入大氣，也是塵埃和射氣的源地，結果，在近地面氣層中出現特殊情況。沒有地面的知識，不可能明瞭大氣中發生的種種過程。植物生長在近地面氣層中，特別是幼期植物，對天氣的變化特別敏感，故近地面層的氣候，也直稱植物氣候。一若大氣候的被稱為人的氣候或人類氣候。生活在地面附近

的動物，當然也受近地面氣候的影響，因之近地面氣候也可以說是住地氣候（habitat climate）或是生境氣候學（ecoclimatology）。這種影響幼生植物的氣候條件，不能由正式測候所觀測統計的數字直接誘導出來。例如在1925年五月，慕尼黑（Munich）氣象臺只測得有一個霜日，最冷夜溫度降至 -1.8°C 。但在市外20公里處，近地面氣層有23個霜日，溫度曾降到 -14.4°C 。

近地面層一切氣象要素都有顯明的垂直變化，類似的在短距離中也有水平變化，這是由土壤性質、水分、表面坡度，以及生於其上植物的類型和高度等差別所造成的。

小空間的氣候，國際間同意的名詞是小氣候（microclimate），其他常用的名詞有局地氣候（local climate），位置氣候（position climate）等，含義各有不同。

二、大氣候和小氣候的差別

大氣候和小氣候的差別甚為明顯。由1942年美國俄亥俄（Ohio）州88個氣象台和俄亥俄州紐托馬河谷（Neotoma Valley）109個小氣候測站所得觀測的比較，可以清楚的看出大小氣候的不同。

1942 氣象變數	俄亥俄州 氣象臺	俄亥俄紐托馬 谷小氣候站
最高溫度(°C)	33—39	24—45
出現日期	七月17日—19日	四月25日— 九月19日
最低一月溫度 (°C)	-21—-29	-10—-32
最後春霜	四月11日— 五月11日	三月9日— 五月24日
最早秋霜	九月25日— 十月25日	九月25日— 十一月29日
無霜期日數	138—197	124—276

氣候是一種抽象的觀念，只有由廣泛的計算可以代表之。因為氣候包括着各種氣象現象的總和，包含着天氣的平均狀況和有規律的順序，也包含着一再觀測到的現象，如龍捲風、塵暴和晚霜等，如果不熟悉天氣形式，就不能瞭解氣候。

特種天氣現象也能見於近地面氣層，如林上淺的地面霧，沙漠地帶的低吹沙，寒地的低吹雪等是。有的地面氣層的特種現象並不太顯著，只能使用儀器可以察出之。不明瞭現象的過程，就不能了解小氣候。因之小氣候必須包含着物理學的基礎。有時可說是小氣象學，有時又可說是小氣候學，雖然兩者的觀測技術不同。

小氣候學的研究目的，不僅是爲了理論氣象學家或物理學家，也是爲了想知道地面附近平均情況而沒有許多數理基礎的注意植物生活的人，如農夫、森林人員、園丁、和植物學者；注意動物生活的人，動物學者、昆蟲學者，和飼養動物的人；注意地面狀況的人，交通和建築的工程師、水土保持人員、地理學者、鄉村計劃人員、醫生，和生物氣候學者等。

三、小氣候研究簡史

小氣候的研究，開始於大約 80 年前，芬蘭人賀門 (Theodor Homen 1858-1923) 在 1893 年 8 月首先對各類土壤的熱量收支作了比較觀測，這似乎是小氣候學思想的真正開始。德人克勞斯 (Gregor Kraus) 1911 年發表了土壤和氣候，他可以算是小氣候學創始人。他覺察出了卡爾士塔特 (Karlstadt) 附近曼因 (Main) 河區白堊紀部分局部情況的極端，而調查研究之。小氣候在應用上的基礎，主要的由維也納的史密德 (Wilhelm Schmidt) 和慕尼黑的史毛斯 (August Schmauss) 發展出 1927 年慕尼黑的蓋格爾 (Rudolf Geiger) 著近地面氣候，於是小氣候學成了完整的專門科學，這書在 1961 年已出了第 4 版，在本世紀的三十年代各國大學的科學家，紛紛的建立了這一種多方面的研究，小氣候學也就成了氣象學和氣候學中間的理論和應用兼顧的科學的一支。

貳、臺北盆地的小氣候

一、研究動機與經過

國立臺灣師範大學地理研究所，在 59 學年度成立後，曾擬定研究專題「臺北盆地小氣候之研究」，向國家科學委員會申請研究經費，計儀器 71,400 元，觀測費用 10,000 元，經國家科學委員會於 60 年 4 月核准後，開始訪價購置，原計劃購置美國儀器，經去函後美國儀器公司久未答覆，期中美國宣佈新經濟政策，美金貶值，而美國廠商則將定價提高，致原核准的預算，不敷甚多，乃商准國科會改向日本儀器公司定購數用之儀器，惟此項儀器直至六十一年四月方陸續交貨，而年度報告急需準備，經在校中布置觀測園後，乃於五月三日開始觀測。惜本年五月六月天氣不佳，陰雨連續，很少適作小氣候觀測的日期，曾於六月中先後派遣研究生三組，每組二人，到臺北盆地 20 個地點作幾近同時的氣象觀測，以備繪製臺北盆地氣象要素分佈圖，而作研究小氣候差異之用，在本校所作觀測，特別着重地面與地內溫度的變化，加以向中央氣

象局借到 59 年 (1970) 與 60 年 (1971) 一月和七月逐日地面到地內 500cm 的溫度觀測紀錄，因而可對臺北地內溫度的變化，詳加研究。

二、臺北盆地的地形

臺北盆地位於淡水河、基隆河和新店溪三條水的流域，南自北緯 24 度 57 分的新店，北到北緯 25 度 8 分的新北投，長約 20 公里。西起東經 121 度 23 分的西山里 (樹林附近)，東到東經 121 度 37 分的南港，長約 26 公里。盆地大致呈三角形，底線自西南斜向東北，頂點在北方，面積約有 180 平方公里。北有觀音山 (1072m)、大屯山 (1087m)、七星山 (1120m)、大尖山 (837m)。東有姜子寮山。南有大桶山 (583m)、獅頭山 (857m)、熊空山 (974m)、角板山。西有林口臺地。

在地質上，臺北盆地爲第四紀更新世上更新期斷層所造成的陷落盆地，積水成湖。按郁永河著裨海記述，在康熙 36 年、即距今 (民國 61 年) 276 年前臺北盆地還是一個大湖。顯然是由於陸地繼續隆起，湖水外流，出現今日之臺北盆地，現今臺北市的出海高度，平均不過 6—8 公尺。

三、已有的臺北盆地氣候的研究

在臺灣省氣象所印行的氣象雜誌季刊中，1961 年有張月娥女士的臺北市氣候一篇，1968 年有鄭子政先生的臺北盆地的氣候一篇，都是大氣候的研究，張著中有臺北市氣壓、氣溫、降水量、相對濕度、水氣張力 (即水汽壓)、蒸發量、雲量、風向風速、日照等項，最後闡述氣壓、氣溫與降水量的關係。鄭著臺北盆地的氣候，則分別討論地形概說，平均雨量與雨日的分佈，冬夏平均氣溫分佈，暴雨量分析，日照和蒸發量。

至於臺北小氣候的分析，則已故氣象學家蔣丙然先生，曾在國立臺灣大學理學院地理學系研究報告第一期 (1962 年 8 月) 中發表有「玉蜀黍田間微氣候測驗報告。該報告未說明測驗年代，只說是臺大農場 10 月 3 日到 12 月 31 日玉蜀黍生長期 90 天的觀測。文中申述測驗之目的，觀測場狀況，各要素觀測說明，實驗觀測結果。第一節爲氣溫，按囊量別氣溫垂直分佈，按日照別氣溫垂直分佈，下雨時氣溫垂直分佈。第二節爲濕度，也分按雲量別，按日照別，和下雨時濕度的垂直分佈。第三節爲地溫，也分按囊量別，按日照別和下雨時地溫垂直分佈。第四節爲風速。第五節爲田間微氣候之晝間變象，有氣溫、濕度、和地溫三者的晝間變象。

另外尚有顏俊士的水稻之微氣象一篇，登載氣象學報季刊14卷 1 期與 2 期中。他沒有說明所用資料的觀測地點，只說是曾得安坑農業測候站的幫助。主要的在討論稻作期間溫度環境，以統計方法除去土壤肥料的影響，得出水稻生長期間的微氣候變化，分析方植和密植的溫度差異，探求變更和調節水田微氣候的可能性。

叁、臺北地內溫度的變化

一、地內正常溫度層次的表示

假定地面完全水平，沒有地形的作用，也沒有植物，則可以就所作觀測，簡單的說明溫度、濕度、風等及其層次的情況。因為地面吸收日射和向外輻射，蒸發水汽和凝結水份，使空氣運動遲滯，地面對於近地面氣層的狀況，發生顯著的影響。在不同的時間，地面的性質和狀況，各地變化很大。再則地面可能是水面不是土壤，水面對輻射、蒸發、和空氣運動的反應，和土壤表面又有差別。沒有地內過程的一些知識

深度 (cm)		0	2	5	10	20	33	100
5 月 3 日	12:00	34.0	33.5	30.0	25.0	23.5	23.3	22.3
5 月 10 日	12:00	38.0	34.5	31.3	26.5	24.7	24.5	23.5

由地面到 10 cm 深，地內溫度作劇烈的減低。

5 月 3 日 12:00 減低 9°C，5 月 10 日 12:00 減低 11.5°C。10cm 到 20 cm 減低率變小，3 日為 1.5°C。10 日為 1.8°C。從 20 cm 深到 100 cm (1 公尺) 深，深度增大 80 cm，而兩日地內溫度並求得各深度級中平均溫度梯度如下：

溫度級 cm	0—2	2—5	5—10	10—20	20—33	33—100
溫度梯 °Ccm ⁻¹	1.000	1.100	0.920	0.17	0.015	0.015

在地面到 10 cm 深的表面層，大致為深度每增加 1cm，溫度減低 1°C。10 cm 以下溫度的垂直梯度，迅速減小，在 10—20 cm 的一層，減為表面層梯度的 17%，而在 20 cm 以下直到 100 cm，地內溫度梯度只為 10 cm 以上表面層的 15%。5 月上旬的正午，太陽已接近在臺北的天頂位置，地面受熱強烈，因有自上而下的熱流，以 λ 為熱導性常數，單位為 cal cm⁻¹ sec⁻¹ deg⁻¹，師大觀測園中地面為沙黏土，含水份如為 15%，則 $\lambda = 0.0014 \text{ cal cm}^{-1} \text{ sec}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ， $\frac{dt}{dx}$ 代表地內溫度垂直減低率（梯度），單位為 °Ccm⁻¹，按蓋格爾 (R. Geiger) 流向地下的熱量 B，和溫度垂直梯度成正比，即

$$B = \lambda \frac{dt}{dx} \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

以地面到深度的 10 cm 溫度梯度為準， $\frac{dt}{dx} =$

，就不會明瞭在近地面氣層中發生什麼後果。我們先看看地內的溫度狀態，這裏所指的地內，也是簡化了的，我們假定是在均質的表面下，有標準的土壤，在各個深度，土壤的成分都相同。這樣，地內的溫度，完全為表面溫度所控制，視現行天氣狀況而定。在地內溫度的研究中，注意三個數量，就是深度、溫度和時間。空間中某一平面的溫度變化，可在平面圖中以不同的方法表示之，可以時間為橫坐標，深度為縱坐標，畫出等溫線。深度是垂直性質，地內等溫線每被稱為地溫線 (geotherms)。有時畫以深度和溫度為縱橫坐標的同時線 (tautochrones)。

二、師大觀測結果

臺北市和平東路一段國立師範大學地理研究所氣象觀測園中，於地面及地內深度 0, 2, 5, 10, 20, 33 與 100cm 各安溫度表一隻，並曾於 1972 年 5 月 3 日與同月 10 日正午 12:00 得有以下之觀測 (°C)

只減低 1.2°C。

將這兩次觀測所得地內溫度加以平均，則得各深度平均溫度如下：

深度 (cm)	0	2	5	10	20	33	100
溫度 (°C)	36.0	34.0	30.7	25.8	24.1	23.9	22.9

1°Ccm⁻¹ 是流入地內的熱量 $B = 0.0014 \times 1 = 0.0014 \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ 或每小時 (3600 秒) 經每 cm² 流入地內的熱量為 5.04 卡 (cal)。由地內溫度隨深度而變的曲線圖 (圖 1) 觀之，可見五月中中午的地內溫度，在 0—10cm 之層迅速減低，每 cm 減低 1.0°C 許，10—20cm 層則減低緩慢，每 cm 僅減 0.17°C。而 20—100 的下層溫度隨深度而減低之數更小，平均只為 cm 0.015 °C。此一溫度隨深度而減低曲線的形式，使人憶及中緯度自由大洋中水溫隨深度而減低之形式，表面層迅速減低，德芳 (Albert Defant) 教授稱之為海洋的對流層 (troposphere) 500—800m 深度以下，水溫隨深度而變之數甚微，德芳教授稱之為海洋的平流層 (stratosphere)。此二借用於戴保 (Teisserence de Bort) 為中緯度 12 公里上下大氣層次的名稱，按曲線形式，也可以用於此項五月地內溫度

觀測的結果。不過地內對流層的深度，僅有10—20cm罷了。一若大氣下層和海水表面層，地內最初的2cm有時也常見有逆溫。

三、氣象局觀測結果

位於臺北市公園路 64 號的中央氣象局，院中地內溫度表，所在深度為 0, 5, 10, 20, 30, 50, 100

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
1970 7月20日	31.5	31.6	31.0	30.6	30.2	29.9	28.3	25.2	24.0	22.6
1971 7月24日	32.1	31.0	30.4	29.8	29.4	29.3	28.5	25.8	24.0	23.0
平均	31.8	31.3	30.7	30.2	29.8	29.6	28.4	25.5	24.0	22.8

以這兩個夏日平均地內溫度與師大所測 1972 年 5 月初兩日的平均相比較，可見 0—2 cm 一的土壤，師大 5 月的地面層，在晴日暖於氣象局七月之地面層，實則師大的溫度紀錄為正午 12 時者，而氣象局則否，再則師大觀測園安置地面溫度表之處沒有草，而氣

深度 (cm)	0	5	10	20	30—33	50	100
7月 (1970, 1971)	31.8	31.3	30.7	30.2	29.8	29.6	28.4
5月 (1972)	36.0	30.7	25.8	24.1	23.9	—	22.9
差 (7月—5月)	-4.2	0.6	4.9	6.1	5.9	—	5.5

，200, 300 與 500 cm，觀測已歷多年，作者借得 1970 年與 1971 年 1 月與 7 月，各月逐日各深度的地內溫度紀錄。

(1) 7 月晴日地內溫度

1970 年 7 月 20 日與 1971 年 7 月 24 日兩個晴日所得觀測錄出如下：

象局地面溫度表則係安置草地表面。有此不同，故二地表面層的溫度，有反常的差異，5 月中有較 7 月中者為高的溫度，地面高出 4.2 °C。但 5 cm 則 7 月高於 5 月 0.6 °C，在 10 cm 以下則氣象局 7 月地面溫度，高出 5 月師大所觀測者 5—6 °C。

在這兩個晴日氣象局觀測的地內溫度所構成的曲線有如圖 1 中之所示，因地面溫度高，地內溫度隨深度

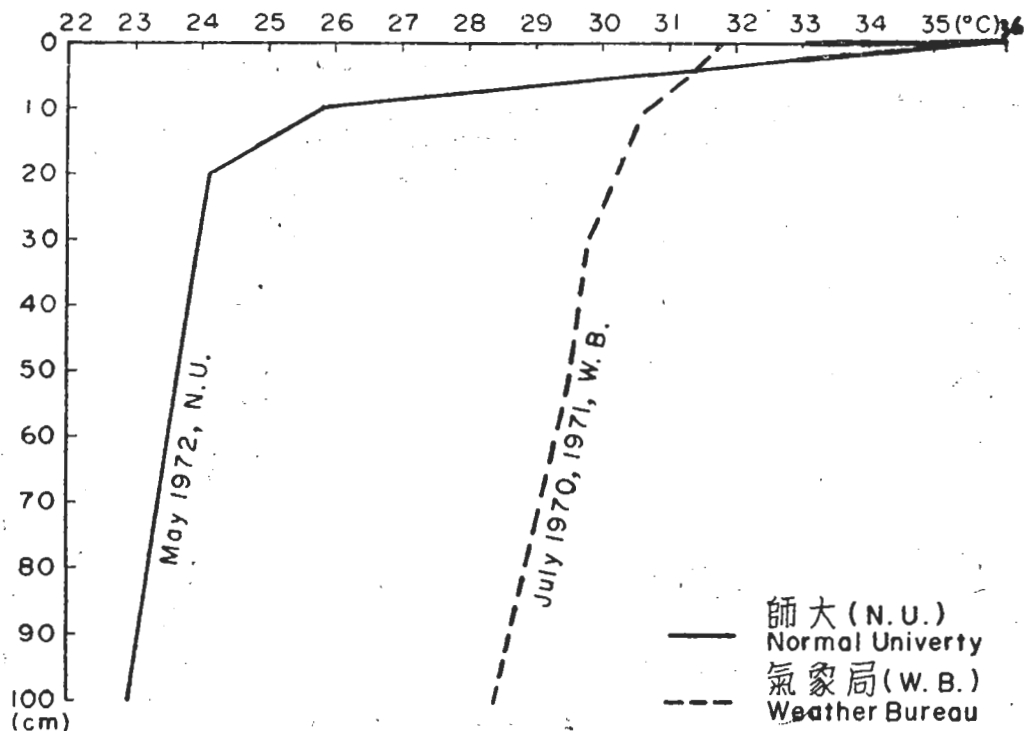


圖 1. 晴日地內溫度

Fig. 1. Fine Weather Temperature in Ground.

而減，但減低率很小，地面到 100 cm 深，只減低 3.4°C，不像我們 1972 年 5 月正午所見，相差 13.1°C 之多，曲線僅略呈彎曲。不能像 5 月中旬曲線之表示

深度 (cm)	0-10	10-20	20-30	30-50	50-100	100-200	200-300	300-500
1970, 7.20	0.050	0.040	0.040	0.015	0.032	0.031	0.012	0.007
1971, 7.24	0.170	0.060	0.040	0.005	0.016	0.027	0.018	0.005
平均	0.110	0.050	0.040	0.010	0.024	0.029	0.015	0.006

(2) 1 月平均地內溫度 由氣象局 1970 與 1971 兩年的一月份觀測，得出以下的平均地內溫度：

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
1970 年 1 月	14.8	15.3	15.2	15.8	16.4	17.4	19.1	22.9	23.8	24.0
1971 年 1 月	15.4	15.9	15.6	16.2	16.6	17.7	18.9	21.9	23.2	23.9
平均	15.1	15.6	15.4	16.0	16.5	17.6	19.0	22.4	23.5	24.0

秋分以後，晝短夜長，白晝地面吸收的熱量少，夜間地面放射出的熱量多。因之地內在以前儲積的熱，逐漸減少，溫度因而降低，此時地內溫度梯度的方向，為自下向上，即有自地內深層走向地面的熱流，直到一月出現地面溫度的最低值。冬至以後，日射雖又逐

深度 (cm)	0-5	5-10	10-20	20-30	0-50	50-100	100-200	200-300	300-500
°C/cm	+0.1	-0.040	+0.060	+0.050	+0.055	+0.028	+0.034	+0.011	+0.025

(3) 7 月平均地內溫度 由 1970 年 7 月與 1971 年 7 月各日地內溫度，計算出此一最熱月各深度的溫度及其平均如下：

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
1970 年 7 月	30.2	30.3	29.9	29.7	29.5	29.5	28.1	25.0	23.8	22.7
1971 年 7 月	31.5	31.0	30.3	30.6	29.5	29.4	28.3	25.4	24.1	23.1
平均	30.9	30.7	30.1	30.2	29.5	29.5	28.2	25.2	24.0	22.9

春分以後，晝長夜短，直到一公尺深白晝所吸收的日射熱量，大於經由地面向外輻射和傳導出去的熱量，因有餘熱儲積地內，地面溫度逐漸升高，熱流方向係由地面流向地內深層，亦即自上而下。直到七月，於日射達於最強以後，地面溫度最高。以後儲入地內的熱漸少，直到秋分，晝夜等長，自上而下的熱流

深度 (cm)	0-5	5-10	10-20	20-30	30-50	50-100	100-200	200-300	300-500
°C/cm	-0.040	-0.120	+0.010	-0.070	0.000	-0.026	-0.030	-0.013	-0.005

(4) 多月夏月地內溫度的比較

由 1 月與 7 月臺北地內各深度平均溫度所構成的曲線圖有如圖 2 所示，可見在地面 7 月溫度雖高於 1 月 15.8°C 之多，但 1 月地內溫度隨深度而增，7 月地內溫度隨深度而減，因此深度愈大，冬夏兩月地

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
7 月	30.9	30.7	30.1	30.2	29.5	29.5	28.2	25.2	24.0	22.9
1 月	15.1	15.6	15.4	16.0	16.5	17.6	19.0	22.4	23.5	24.0
較差	15.8	15.1	14.7	14.2	13.0	11.9	9.2	2.8	0.5	-1.1

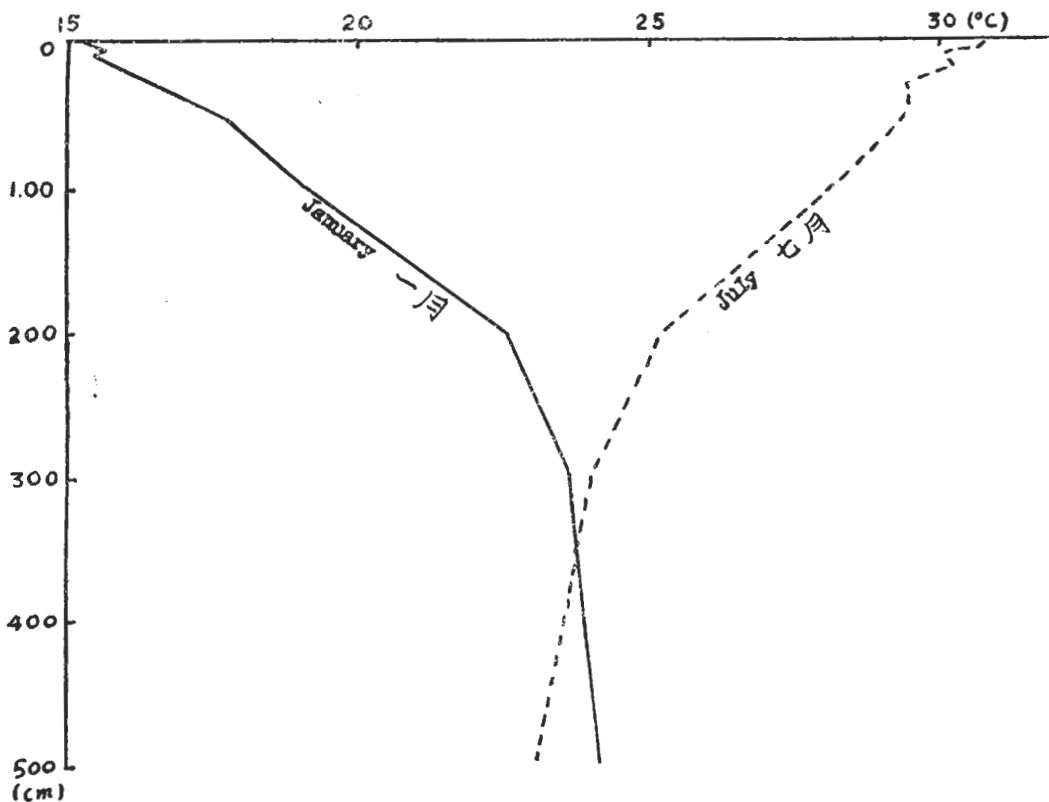
是知夏月所進入地內的熱，大約需要半年的時間，方能傳達到 3.7 公尺深。

，而說是可以就溫度變化劃分地表層為對流層，其下為平流層。1970 年 7 月 20 日與 1971 年 7 月 24 日及平均地內溫度每 cm 減低率如下：

漸加強，但地內流向地面的熱流，直到晝夜等長的春分，方行停止，地內溫度的垂直梯度為零。以符號十表示溫度自地面向地內而增，即熱流方向為向下，符號一表示溫度自地面向地內而減，即熱流方向為向上，臺北一月份平均每 cm 的溫度梯度如下：

停止，地面與地內各層溫度大致相等，垂直溫度梯度為零。秋分過後地面溫度漸低，於是出現方向與前相反的溫度垂直梯度，熱量由地內流向地面。1970 與 1971 7 月平均地內垂直溫度梯度 (°C/cm) 如下表，符號的+-，表示熱流方向的向下或向上。

內溫度愈行接近，大約在 370 cm 深，這兩個月的溫度相等。在 370 cm 深度以下，情形和 370 cm 以上相反，1 月溫度高於 7 月的溫度，是冬暖夏涼。在 500 cm 深的溫度，1 月的高於 7 月的 1.1°C。這冬夏兩月的平均溫度差別如下：



圖：2 一月，七月平均地內溫度

Fig. 2. Mean Temperature of January and July in the Ground

四、地內溫度傳播的理論

由上述地內垂直溫度梯度表，可以算出 1 月份 0—100 cm 的一層，平均梯度為 $0.033^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ，按熱流量與溫度變化成正比的定律，熱導率 $\lambda = 0.0014$ ，由地內流出的熱量應為：

$$B = \lambda \frac{dt}{dx} = 0.0014 \times 0.033 = 0.0000462 \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

是如此計算，每 cm^2 的地面，每秒鐘放出的熱量，為 0.0000462 卡，或者說如果全是白晝每日(86400秒)經由 1 平方厘米的面積，放出的熱量為 3.992 卡。1 月有 31 天，是 1 月共能放出 123.7 卡的熱。這是按白晝情形作的計算，白晝地面層吸收日射而溫度較高，地內垂直溫度梯度較小。因之，所得放出的熱量較實際為小。

7 月份 0 到 100cm 的地層，平均溫度垂直梯度為 $0.034^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ ，流入地內的熱量應為：

含水量	0	5	10	15	20	25	30	%
$(\rho c) m$	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	cal $\text{cm}^{-3} \text{ deg}^{-1}$

$\frac{dt}{dz}$ 為溫度隨時間的變化， $B = \lambda \frac{dt}{dx}$ ，

$B = 0.0014 \times 0.034 = 0.0000476 \text{ cal cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$
經由 1 cm^2 的地面一秒鐘向下熱流為 0.0000476 卡。如全為白晝。一日應為 4.113 卡，7 月 31 日應共有 127.5 卡的熱量經由 1 平方厘米的地面流入地內。夜間地面溫度低，垂直溫度梯度小，故如此計算得進入地內的熱量太大。

土壤溫度不僅視其所運輸的熱量而定，也繫諸土壤吸收熱量的能力，就是容積比熱 $(\rho c) m$ 而定。一個土壤元素中溫度的變化，是由熱流 B 隨地面下深度的改變所致，熱流 B 向上走向地面為正。如深度 X 增大而 B 也增大，就是熱流係向下，則數值在接近地面時減小，結果，熱量被保留土壤中，其各個元素的溫度增高，以 Z 為時間：

$$\frac{dB}{dX} = (\rho c) m \frac{dt}{dz} \text{ cal cm}^{-3} \text{ sec}^{-1}$$

容積比熱 $(\rho c) m$ 隨土壤含水量而異。

$$\frac{dB}{dX} = \lambda \frac{d^2t}{dX^2} \text{ 是 } \frac{dB}{dX} = (\rho c) m \frac{dt}{dz} = \lambda \frac{d^2t}{dz^2}$$

$$\text{因之, } \frac{dt}{dz} = -\frac{\lambda}{(\rho c) m} \frac{d^2t}{dx^2} \text{ deg sec}^{-1}$$

$$\text{以 } a = \frac{\lambda}{(\rho c) m} \text{ cm}^2 \text{ sec}^{-1}$$

a 叫做溫度傳導率，或熱散射率

濕沙	濕黏土	乾黏土	乾沙
1000a	4-10	6-10	0.5-2.0
2-5			

在地面 (X=0)，溫度變化有和諧的節奏，溫度循環的週期是一日 (86400秒)，或一年 (31,557,600秒)，即 365 又 1/4 日。解開微分方程，則得深度 X₁ X₂ 和溫度日中變化 S₁ 和 S₂ 的關係如下：

$$S_2 = S_1 e^{-(x_2-x_1)} \sqrt{\frac{\pi}{aT}}$$

例如有一天，地面溫度變化為 38°C 這是在 X₁=0 在沙土中 a=0.0013cm² sec⁻¹；在深度 X₂=8 cm，按此式算出溫度變化為 S₂=9.97°C 或約略說是 10.0°C。

極端溫度 (最高或最低溫度) 到達深度 X₁ 的時間為 Z₁，到達深度 X₂ 的時間為 Z₂，溫度波到達這兩個不同深度的時間差

$$Z_2 - Z_1 = (x_2 - x_1) \sqrt{\frac{T}{2\pi a}} \text{ 秒}$$

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
日										
1.	20.7	19.5	18.7	18.6	18.7	19.0	21.9	22.5	23.6	24.1
2.	20.3	19.2	18.7	18.8	18.9	19.3	20.0	22.5	23.7	24.0
3.	19.1	19.0	18.6	18.8	19.0	19.7	19.9	22.5	23.7	24.0
4.	17.1	18.2	18.0	18.5	18.9	19.6	20.0	22.5	23.7	24.0
5.	15.4	16.7	16.6	17.5	18.3	19.3	20.3	22.5	23.5	24.4
6.	17.1	16.7	16.4	17.0	17.5	18.5	19.8	22.3	23.3	23.9
7.	15.7	16.5	16.5	17.2	17.7	18.6	19.7	22.4	23.5	24.0
8.	15.7	16.5	16.1	16.5	17.5	18.5	19.5	22.4	23.5	24.0
9.	15.6	16.2	16.1	16.6	17.2	18.0	19.5	22.0	23.5	23.7
10.	14.6	15.8	15.7	16.5	16.9	18.1	19.8	22.5	23.5	24.0
11.	14.4	15.3	15.3	15.9	16.6	17.5	19.4	22.2	23.3	24.0
12.	15.8	15.8	15.8	16.1	16.4	17.0	19.5	22.4	23.4	24.0
13.	16.0	16.4	16.0	16.4	16.7	17.3	20.3	22.3	23.3	24.0
14.	15.1	15.6	15.6	16.2	16.6	17.0	19.5	22.4	23.4	24.0
15.	12.8	14.3	14.3	15.2	15.8	17.2	18.5	22.0	23.2	24.0
16.	11.8	13.0	13.0	14.1	15.1	16.3	18.7	22.0	23.0	23.8
17.	13.5	13.4	13.3	14.0	14.7	16.0	18.5	22.0	23.0	23.8
18.	13.1	13.9	13.6	14.2	14.7	16.0	18.5	22.0	23.0	24.0
19.	11.8	13.1	13.4	13.9	14.6	15.8	18.5	22.0	23.4	23.8
20.	12.7	13.3	12.9	13.6	14.2	15.6	18.0	22.0	23.0	23.8

在表面 (X₁=0)，最高溫度出現時刻是 12:30，到達 8 cm 深將是 18398 秒以後，就是在 17:37 分。

上述方程式可用來計算一日或一年溫度波動在各種土壤中所鑽入的深度，所謂鑽入深度，規定為波動減至為其表面值的 0.01 的深度，一日中的波動按計算可鑽到 764acm 深，一年中的變化則能達到比一日變化所鑽到的大 19.1 倍的深度，下表給出幾種土壤中所能達到的深度：

熱散射率 a (cm ² sec ⁻¹)	溫度波所鑽入的深度 (cm)		
	0.02	0.01	0.001
土壤	岩石	濕沙	乾沙
一日波動	108	76	24
一年波動	2060	1450	460

如果真要使用這些上述方程式，要知道數學表示所根據的條件，並不圓滿，導熱率和容積比熱都隨深度和時間而作有系統的變化。來源於地面的溫度波，也和計算中所假定的正弦曲線有顯著的不同，如果由溫度波動隨深度的減低率或是由隨深度而見的差別計算，實際得有不同的 a 的數值。

五、1970與1971兩年1月7日地內溫度

(1)1970年1月地內溫度

21.	13.7	14.1	13.8	14.0	14.3	15.6	17.7	21.7	22.9	23.7
22.	17.2	16.2	15.7	15.5	15.6	15.7	17.5	21.5	22.8	24.0
23.	15.6	16.0	15.5	15.6	15.8	16.5	17.5	21.5	23.0	24.0
24.	14.7	15.2	15.1	15.5	15.7	16.5	17.5	21.5	23.0	23.7
25.	15.9	16.0	15.5	15.6	15.8	16.5	17.9	21.4	22.7	23.9
26.	16.5	16.5	16.1	16.1	16.3	17.0	17.7	21.3	22.7	23.7
27.	16.2	16.4	16.1	16.4	16.6	17.1	18.0	21.5	22.7	24.0
28.	15.9	15.9	15.9	16.2	16.5	17.0	17.6	21.3	22.8	23.8
29.	17.0	17.1	16.6	16.6	16.7	17.0	17.5	21.0	22.5	23.8
30.	13.9	15.4	15.3	16.0	16.5	17.5	17.8	21.0	22.6	24.0
31.	13.5	14.3	14.0	14.9	15.6	16.7	17.9	21.0	22.7	23.7
平均	15.4	15.9	15.6	16.2	16.6	17.7	18.9	21.9	23.2	23.9

(2)1970年7月地内温度

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
日										
1.	31.1	31.1	30.3	29.9	29.5	29.1	27.2	24.3	23.3	23.2
2.	29.9	30.4	30.0	29.7	29.3	29.5	27.0	24.0	23.5	22.5
3.	30.4	30.7	30.0	29.7	29.3	29.6	27.1	24.0	23.6	22.5
4.	31.3	31.0	30.2	29.3	29.3	29.3	27.9	24.5	23.2	22.5
5.	30.6	30.7	30.0	29.9	29.6	29.3	27.6	24.3	23.3	22.5
6.	30.3	30.8	30.2	29.9	29.5	29.4	27.8	24.4	23.4	22.5
7.	30.5	30.4	29.8	29.9	29.5	29.5	28.0	24.5	23.5	22.5
8.	27.7	28.4	28.4	28.3	28.9	29.0	27.6	24.3	23.2	22.4
9.	29.2	29.1	28.7	28.8	28.7	29.0	28.2	24.7	23.5	22.5
10.	28.8	29.0	28.7	28.7	28.5	29.0	27.9	24.6	23.5	22.7
11.	29.3	29.5	29.0	28.6	28.5	28.8	28.0	25.0	23.6	22.6
12.	29.9	30.0	29.2	29.2	28.7	29.0	28.0	25.0	23.5	22.5
13.	29.7	29.8	29.5	29.4	29.0	29.0	28.0	25.0	23.5	22.7
14.	30.7	30.6	30.0	29.5	29.2	29.1	28.0	25.2	23.7	22.7
15.	29.2	29.2	29.1	29.1	29.2	29.3	27.2	25.0	23.7	23.0
16.	30.1	30.1	29.6	29.3	29.2	29.0	28.0	25.0	23.8	22.7
17.	29.9	29.8	29.4	29.2	29.2	29.0	28.0	25.0	24.0	23.0
18.	31.0	31.2	30.3	29.9	29.5	29.3	28.0	25.1	24.0	22.8
19.	31.2	31.3	30.7	30.3	29.9	29.7	28.0	25.1	24.0	22.7
20.	31.5	31.6	31.0	30.6	30.2	29.9	28.3	25.2	24.0	22.6
21.	31.0	31.2	30.9	30.7	30.4	30.3	28.5	25.3	24.0	22.7
22.	30.5	30.6	30.5	30.4	30.2	30.5	28.5	25.5	24.0	23.0
23.	30.2	30.3	30.0	30.0	30.0	30.4	28.6	25.4	24.0	22.8
24.	30.5	30.5	30.2	30.2	30.0	30.3	29.0	25.5	24.1	22.8
25.	30.0	30.2	30.0	30.0	29.9	29.9	28.6	25.5	24.0	22.8
26.	29.8	30.0	29.9	30.0	29.7	30.0	29.0	25.3	24.0	23.0
27.	30.9	30.5	30.2	30.1	29.7	30.0	28.5	25.5	24.5	23.0
28.	29.5	29.9	29.9	30.0	29.8	29.7	28.9	25.2	24.0	23.0

29.	30.3	30.3	30.2	30.1	29.8	29.6	28.5	25.4	24.0	22.9
30.	30.7	30.7	30.3	30.0	29.7	29.8	28.8	25.8	23.8	23.0
31.	30.9	30.9	30.3	30.2	30.0	30.0	29.0	25.8	24.3	23.0
平均	30.2	30.3	29.9	29.7	29.5	29.5	28.1	25.0	23.8	22.7

(3)1971年1月地内温度

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
日										
1.	17.7	18.0	17.9	18.4	18.9	19.7	20.9	23.5	22.1	23.2
2.	16.9	17.4	17.5	17.9	18.3	19.5	21.0	23.5	24.2	24.2
3.	15.3	16.6	16.6	17.5	18.2	18.5	20.5	23.0	24.5	24.0
4.	12.9	14.3	14.9	16.3	17.5	17.0	17.8	22.8	24.0	23.9
5.	13.1	14.0	14.3	15.3	16.3	17.9	20.3	23.5	24.3	24.0
6.	13.8	14.5	14.6	15.6	16.1	17.4	20.1	23.3	24.1	24.0
7.	13.9	14.8	14.8	15.6	16.3	17.6	20.2	23.3	24.0	24.0
8.	13.8	14.0	14.1	15.3	15.8	17.0	19.8	23.3	24.0	24.4
9.	12.7	13.6	13.8	15.0	15.7	17.3	19.9	23.1	24.0	24.3
10.	13.0	13.6	13.2	14.2	15.1	16.5	19.1	23.0	24.0	24.0
11.	13.8	13.9	13.8	14.5	15.2	16.4	18.9	22.9	23.8	24.0
12.	14.8	14.3	14.2	14.8	15.4	16.5	19.0	23.0	24.0	24.0
13.	15.2	15.3	14.9	15.3	15.6	16.5	18.0	22.0	24.0	24.2
14.	16.6	16.2	15.7	15.8	16.2	16.6	19.2	23.0	24.0	24.1
15.	17.4	17.0	16.4	16.5	16.7	17.5	17.9	22.7	24.0	24.0
16.	17.6	18.1	17.1	17.2	17.3	17.8	18.6	22.5	23.8	24.0
17.	18.3	18.0	17.5	17.6	17.7	18.2	19.2	22.5	24.0	24.0
18.	19.5	19.0	18.3	17.5	18.1	18.5	19.0	22.5	24.0	24.0
19.	20.3	19.7	19.0	18.8	18.8	18.4	19.0	22.6	24.0	24.0
20.	17.8	18.3	18.2	18.6	18.8	19.5	19.5	22.5	23.9	24.0
21.	15.3	16.7	16.8	17.4	18.0	19.0	19.5	22.3	23.5	24.0
22.	13.8	15.1	15.3	16.5	17.1	18.5	19.5	22.2	23.5	24.0
23.	13.7	14.3	14.4	15.4	16.1	17.5	19.5	22.0	23.5	24.0
24.	14.5	14.8	14.8	15.4	15.9	17.8	19.4	22.0	23.5	24.0
25.	13.2	14.1	14.2	15.0	15.9	17.0	19.0	22.0	23.5	24.0
26.	12.1	13.0	13.3	14.5	15.1	16.5	18.5	22.0	23.2	23.9
27.	12.4	13.2	13.2	14.0	14.7	16.5	18.5	22.0	23.5	24.0
28.	13.1	13.6	13.8	14.2	14.6	16.0	17.0	22.0	23.5	24.0
29.	13.0	13.7	13.7	13.9	14.6	16.2	17.1	22.1	23.5	24.0
30.	12.1	12.9	12.9	13.8	14.3	15.7	18.0	21.8	23.4	24.0
31.	11.6	12.2	12.4	12.9	13.4	15.3	17.4	21.5	23.0	23.7
平均	14.8	15.3	15.2	15.8	16.4	17.4	19.1	22.9	23.8	24.0

(4)1971年7月地内温度

深度 (cm)	0	5	10	20	30	50	100	200	300	500
日										
1.	29.5	29.8	29.6	29.4	29.3	29.2	28.0	24.8	24.2	23.0

2.	30.4	29.8	29.4	29.5	29.2	29.2	28.5	24.8	23.5	23.2
3.	29.8	30.2	29.7	29.5	29.2	29.2	28.2	24.8	24.0	23.1
4.	30.9	30.2	29.6	29.6	29.2	29.2	28.0	25.0	23.3	23.0
5.	30.1	30.0	29.5	29.5	29.3	29.0	28.0	25.0	23.5	22.8
6.	32.6	31.3	30.5	29.9	29.6	29.0	28.0	25.0	23.5	23.0
7.	32.8	31.3	30.6	30.2	29.6	29.5	28.0	25.0	23.5	23.0
8.	32.1	31.9	31.0	30.3	29.7	29.4	27.9	25.0	23.4	23.0
9.	30.7	30.2	30.3	30.1	29.8	29.5	28.1	25.2	23.5	22.9
10.	32.4	31.3	30.3	29.8	29.5	29.2	28.5	25.0	23.5	23.1
11.	34.2	32.6	31.3	30.6	29.8	29.5	28.2	25.0	23.7	22.8
12.	34.5	32.8	30.7	30.5	29.9	30.0	28.5	25.5	24.5	23.0
13.	34.2	32.9	30.7	30.5	29.9	30.2	28.6	25.6	24.5	23.0
14.	35.5	33.3	31.8	31.0	30.1	29.7	28.4	25.5	23.8	23.0
15.	33.7	32.4	31.7	30.9	30.2	29.5	28.5	25.4	23.8	22.9
16.	31.1	31.2	30.8	30.5	30.1	29.8	28.6	25.3	24.0	23.0
17.	34.8	32.4	31.3	30.6	29.9	29.6	28.6	25.6	24.0	23.6
18.	32.4	32.0	31.3	30.8	30.0	29.5	28.5	25.5	24.0	23.5
19.	34.2	32.7	31.6	30.8	30.1	29.5	28.5	25.5	24.0	23.0
20.	34.1	33.0	31.7	30.7	30.1	29.5	28.5	25.5	24.0	23.3
21.	35.4	33.6	32.0	31.0	30.2	29.5	27.5	25.7	25.0	23.0
22.	30.9	32.2	31.9	30.7	30.0	29.5	28.4	26.8	24.1	23.0
23.	28.5	30.5	30.7	30.0	29.6	29.6	28.6	25.7	24.0	23.0
24.	32.1	31.0	30.4	29.8	29.4	29.3	28.5	25.8	24.0	23.0
25.	27.5	28.3	28.7	29.4	29.3	29.4	28.5	25.7	24.3	23.0
26.	26.1	26.8	26.9	28.0	28.3	28.7	28.5	25.8	25.1	23.0
27.	29.0	29.1	28.8	28.2	28.0	28.5	28.5	26.0	24.5	23.2
28.	28.5	29.0	28.8	28.7	28.6	28.8	28.6	25.9	25.0	23.0
29.	31.1	30.4	29.7	29.3	28.7	29.0	28.2	26.0	24.4	23.1
30.	31.0	31.0	30.2	29.7	29.3	29.0	28.0	26.0	24.3	23.0
31.	26.6	27.6	27.8	28.5	28.7	29.1	27.5	26.3	25.2	23.1
平均	31.5	31.0	30.3	30.6	29.5	29.4	28.3	25.4	24.1	23.1

六、地內溫度的晝間變化

蔣丙然在其玉蜀黍田間微氣候測驗報告中曾講述地溫晝間變象。彼所引用臺大農場的觀測資料，未註明是那一年所作記錄，只說是10月3日到12月31日為止的90天中在11個星期日所作的觀測的平均值。晝間5次觀測有以下的結果：

時刻	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00
深度(cm) 0	20.71	24.31	25.74	25.63	22.88
5	19.73	21.85	23.61	24.18	23.14
10	20.25	21.61	22.71	23.50	23.25
15	20.88	21.68	22.81	22.90	23.11
20	21.28	21.78	22.06	22.39	23.78

25 21.71 22.16 22.21 22.29 22.54

30 21.84 22.29 22.29 22.24 22.50

在這白晝8小時中，地面溫度以08:00時為最低，12:00時為最高，相差5.03°C。08:00時以地內5cm深的溫度為最低，30cm深的溫度為最高，相差2.11°C。日位漸高，進入地內的熱量愈多，故最低溫度出現的深度愈大。10:00時在10cm深，12:00時在20cm深。在14:00時與16:00時，最低溫度皆見於3cm深，在16:00時地面已顯冷却甚多，最高溫度已不在地面，而見於10cm深處，高於地面0.57°C。在30cm深，最高溫度見於16:00時，

最低溫度見於 08:00. 時，相差僅 0.66°C。地內溫度的同時線 (tautochrones) 有如圖 3 所示，清楚的表示出臺北白晝直到 30cm 地內各深度溫度的變化。

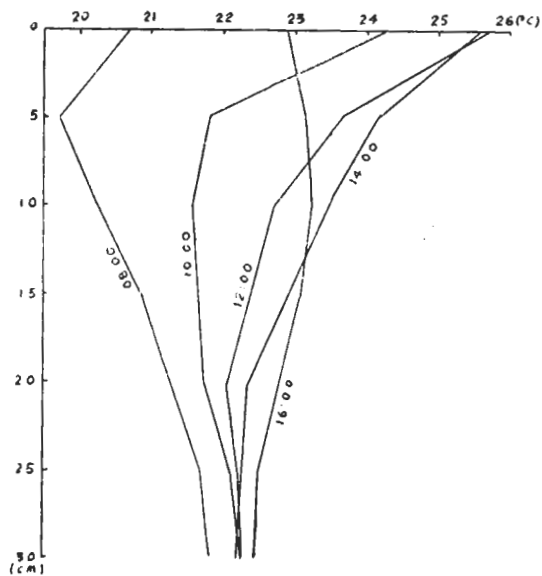


圖3. 晝間地內溫度之變化

Fig. 3 Daytime Variation of Temperature in the Ground

一、觀測方法

二、觀測結果

茲將1972年6月1日與6月9日觀測結果開列如下：

(1)1972年6月1日

地 點	時 間	地面溫度 (°C)	氣 溫 (°C)	濕球溫度 (°C)	水 汽 壓 (mm)	相 對 濕 度 %	地氣溫度差 (°C)
三 興 國 校	13:18	35.7	31.7	26.0	22.49	64	4.0
松 山	13:32	35.9	32.4	25.8	20.41	59	3.5
大同服務站	13:56	40.6	33.2	26.5	22.54	59	7.4
中 山 橋	14:09	46.2	31.9	25.4	21.00	59	14.2
士 林	14:19	45.2	33.2	26.8	21.63	60	12.0
北 投	14:37	43.9	33.4	26.5	22.44	58	10.5
關 渡	14:50	42.5	30.5	25.0	20.94	64	12.0
景 美	13:30	44.0	33.5	28.8	27.30	70	10.5
永 和	13:48	43.5	33.0	26.8	23.24	62	10.5
中 和	13:59	43.8	34.0	27.0	23.15	58	7.0
板 橋	14:24	43.0	33.5	27.0	23.40	60	6.5
樹 林	14:58	41.4	32.2	27.2	24.50	68	9.2
師 大	13:00	41.2	33.0	26.4	22.44	59	6.6
中 興 大 橋	13:30	50.7	32.6	25.6	21.04	57	18.1
三 重	14:10	47.0	32.0	25.2	20.56	57	15.0
蘆 洲	14:25	44.5	31.8	25.8	21.88	62	12.7

小氣候的測觀，須在晴而無風的日期施行，本年五月六月天氣多為陰雨，偶有晴日中午以後往往風速頗大，不適觀測，在六月中曾於擇定日期觀測，在臺北盆地預定觀測地點 20 個。由三組研究生同時乘汽車出發，沿三條路線，每組作 5—8 個地點的觀測，觀測完畢，即行返回，各組觀測路線如下：

第一組 師大、三興國校、松山、南京東路松江路大同服務站、中山橋、士林、北投、關渡。

第二組 師大、景美國校、永和智光商工、中和國校、板橋石油公司、樹林鐘紡。

第三組 師大、中興大橋、三重、蘆洲國校、五股國校、泰山、輔仁大學、新莊保元宮。

各組配備阿斯曼 (Assmann) 通風乾濕球溫度表一副。地面溫度表一隻，用以觀測各地氣溫、氣濕與地面溫度，觀測時乾濕球溫度表執於手中，約於眼睛高度觀測之，而地面溫度表則平置地面而觀測之，以 6 月 1 日與 6 月 9 日為例，這二次三組都是在 13:00 時由師大出發，各組皆於 15:00 時前後觀測完畢最後一站的氣象要素。此二日雖晴但有輕風，故為小氣候研究，並非絕對理想。

五 股	14:43	43.5	30.8	24.6	20.03	60	12.7
泰 山	15:00	50.0	30.8	25.0	20.77	62	19.2
輔仁大學	15:10	39.5	30.4	25.2	21.39	65	9.1
新 莊	15:25	42.5	31.4	25.4	21.26	61	11.1

(2)1972年6月9日

地 點	時 間	地面溫度 (°C)	氣 溫 (°C)	濕球溫度 (°C)	水 汽 壓 (mm)	相 對 濕 度 (%)	地氣溫度差 (°C)
三興國校	13:28	39.0	33.5	26.0	21.36	55	5.5
松 山	13:40	45.0	34.0	26.5	22.13	56	11.0
大同服務站	13:53	44.0	33.5	25.5	20.38	53	10.5
中 山 橋	14:09	42.0	32.0	25.5	21.15	60	10.0
士 林	14:20	46.0	32.5	26.5	22.90	63	13.5
北 投	14:40	50.0	33.0	27.0	23.66	63	17.0
關 渡	14:53	43.0	32.0	26.5	23.16	65	11.0
景 美	13:15	46.0	33.6	26.8	22.95	59	12.4
永 和	13:40	43.2	30.2	25.4	21.89	68	13.0
中 和	13:50	42.5	31.6	25.2	20.76	59	10.9
板 橋	14:07	42.4	30.6	26.2	23.27	70	11.8
樹 林	14:22	40.5	33.0	26.6	22.84	60	7.5
師 大	13:05	39.0	33.6	27.8	25.06	64	5.4
中興大橋	13:28	36.0	32.7	—	—	—	3.3
三 重	13:44	38.9	33.5	—	—	—	5.4
蘆 洲	14:00	38.8	33.8	28.8	27.14	69	5.0
五 股	14:20	40.0	33.0	—	—	—	7.0
泰 山	14:35	40.0	32.4	—	—	—	7.6
輔仁大學	14:48	45.2	33.0	—	—	—	12.2
新 莊	15:04	41.8	31.0	—	—	—	10.8

三、氣溫分佈

本文所討論的臺北盆地氣溫分佈，是指晴日13:00—15:00時觀測的溫度的分佈。晴日最高溫度出現在13:00—14:00時，15:00時氣溫雖已略低，但和最高溫度相差不多，所以可以把13:00—15:00時觀測的氣溫，看作是同時的溫度，彼此可以比較，而無太大的錯誤。按張月娥著臺北市氣候一文中，曾提到1959年7月臺北日中各時平均溫度，指出最高溫度出現在13:00時，為30.0°C。14:00時溫度僅低於13:00時的0.1°C，為32.9°C。即在15:00時，氣溫仍為32.1°C，僅低於最高溫度0.9°C。故在13:00—15:00時中間，二處差如在1°C以上，仍可說是同時溫度應說是高者真高，低者真低。

圖4表示出1972年6月1日13:00—15:00時臺北盆地氣溫的分佈。此日氣溫南高北低，相差在3°C以上，等溫線在臺北盆地中部向北突出，中和鄉以南氣溫在34°C以上，關渡以北低於31°C。盆地邊緣，

等溫線受地形的影響，清楚可見。32°C的等溫線由三興國校以西，松山以北通過中山橋與士林以東，北投以北，蘆洲鄉以東，三重以西，經由新莊附近，走向西南，大致和淡水河的曲流平行。臺北市區在師大北方大安區北部，中山區中部以南，形成33°C以上的較熱地區。士林與北投也形成高於33°C的熱區，這樣的氣溫分佈，不僅受地面性質和地形的影響，也和當時的風向風速有關。

圖5是1972年6月9日13:00—15:00時臺北盆地氣溫分佈圖，此次各處觀測得的氣溫差別，也是只有3°C許。西南部新莊以南，板橋以北是低溫中心，在31°C以下。盆地北部和東北邊緣也不高，在32°C以下。西南部最熱，在34°C上下。市區自三興國校向西北中山區、大同區、三重、蘆洲之線，形成由東南斜向西北的高於33°C，低於34°C的地帶。33°C的等溫線在臺北盆地西南部形成封閉的線，包圍着32°C和31°C橢圓形的等溫線。在北部，

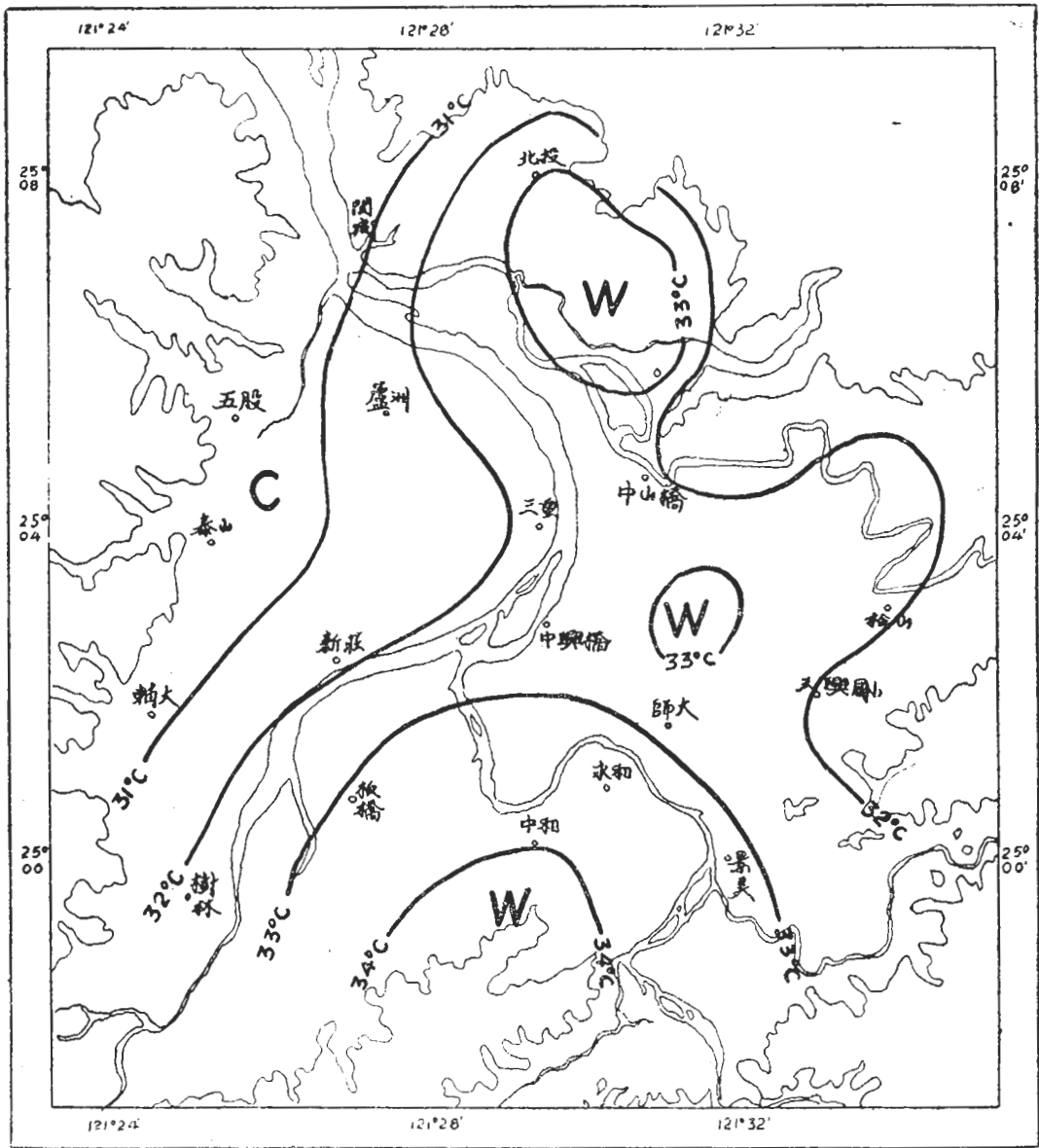
33°C 的線由淡水河和基隆河合流處以南向北投突出，等溫線形狀受地形和河流彎曲的影響，在士林西北折南，在中山橋西南折向東北行。

把6月1日和6月9日的兩張等溫線圖加以比較，可見這兩天 13:00—15:00 時氣溫分佈有相當差別，最熱區在1日是在盆地南邊，而在9日則在東南邊緣。但有一相同之處，在這兩天臺北市區、師大以北、中山橋以南、松山以西顯示氣溫略高，中心區氣溫在 33°C 以上，這顯然是都市建築物的影響所致。

四、地面溫度分佈

一日中地面最高溫度在晴日出現在太陽位置最高時略後的 12:30，或 13:00 時，早於最高氣溫半小時到 1 小時，臺北的緯度為北緯 25°C，6 月中太陽接近天頂，故 13:00 到 15:00 日射強度和地面溫度，應和最高溫度時相差不大。6 月 1 日和 9 日，天氣雖屬時明，但風及雲量略有不同。加以各處地面性質不同，乾濕有別，所以這兩天觀測得的結果大有不同。

圖 6 是 1972 年 6 月 1 日 13:00—15:00 臺北盆



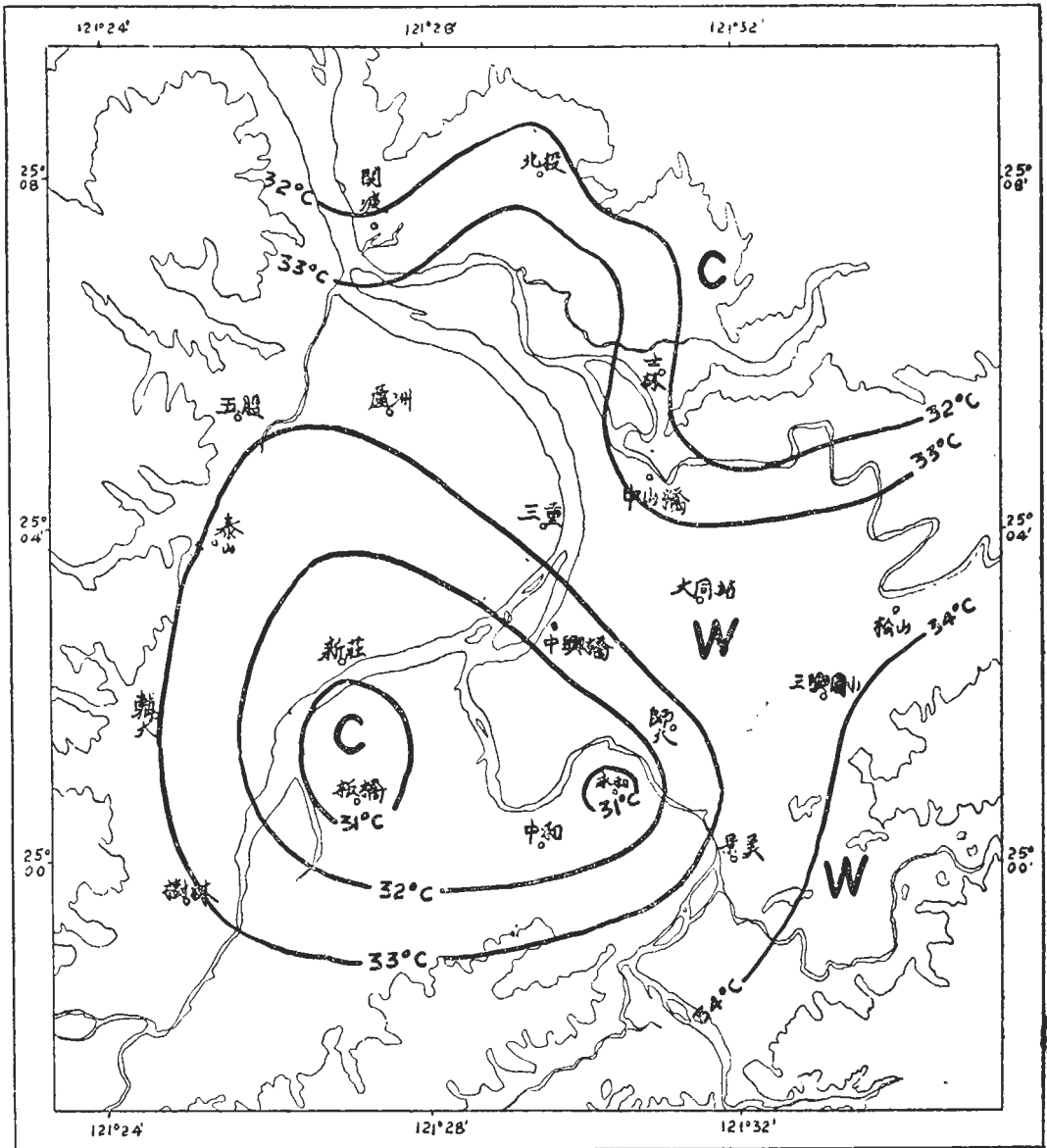
圖：4 臺北盆地氣溫之分佈。1972年6月1日13:00—15:00

Fig. 4. Temperature Distribution in Taipei Basin. June 1st, 1972—13:00—15:00

地地面溫度的分佈圖，臺北市東部略低，師大和松山中間有 1 狹長橢圓形地面溫度低的中心區，師大為 33.8°C。中興大橋附近地面溫度高達 50°C，是臺北區地面溫度差，高達 16.2°C，另在臺北盆地西方邊緣的泰山，也測得地面溫度高達 50°C，地面溫度差別大，故本圖中等溫線是每隔 5°C 畫實線一條，不似氣溫等值線的每隔 1°C 就畫實線一條。45°C 的等溫線通過盆地中部中興大橋以南以西以東，中山橋與士林附近西北行再西南過淡水河曲折南行，與中興大橋以西的線段接合，景美與中和以南也見有 45°C

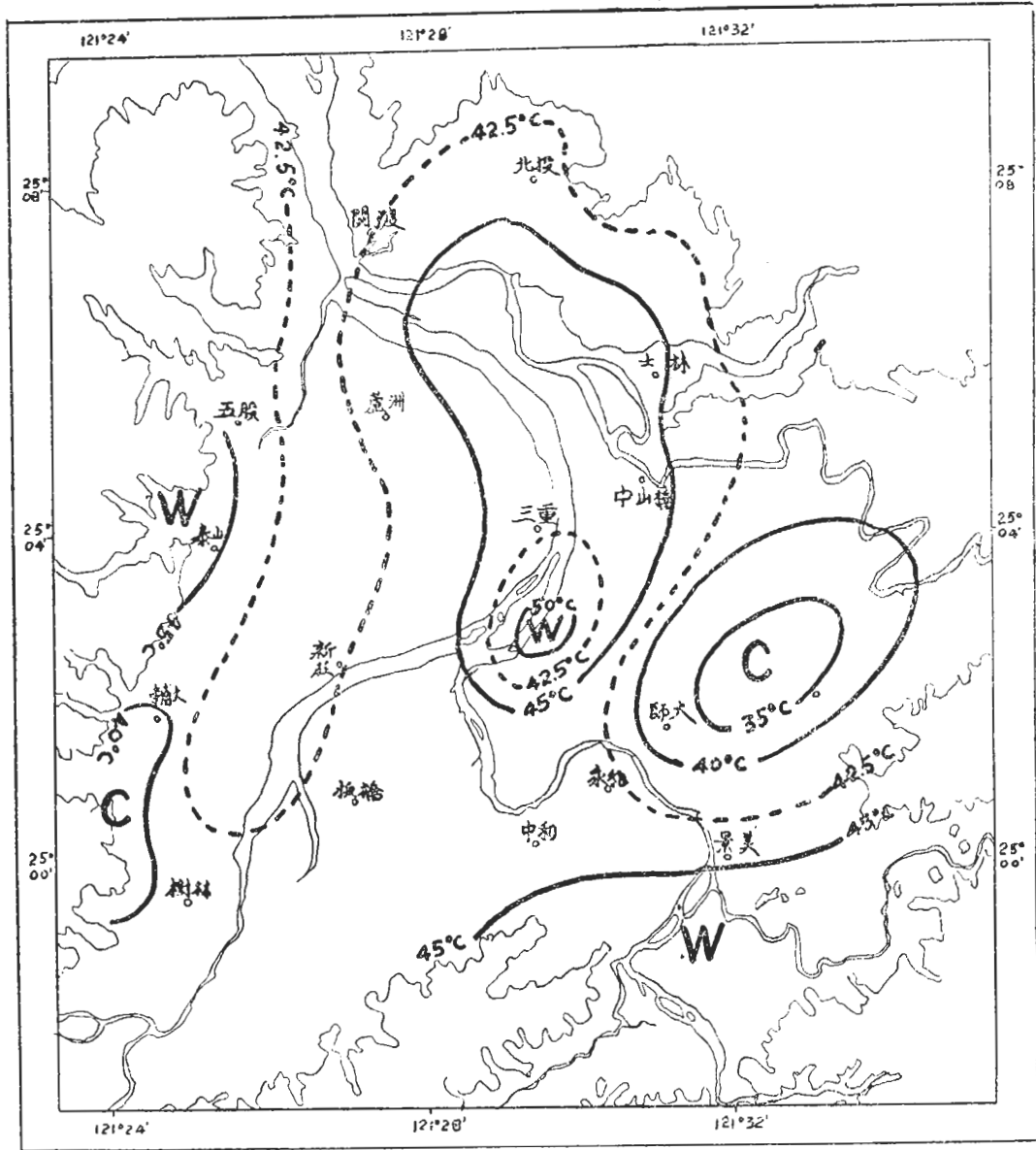
的等地面溫度線。輔大與樹林以西見有 40°C 的等地面溫度線。以這地面等溫線和同日同時氣溫的等值線相比較，可見淡水河以西兩種等溫線皆作大致北南行走的形式。泰山和中興大橋地面溫度的特高，可能是來源於觀測的正確性有問題。

圖 7 是 1972 年 6 月 9 日 13:00—15:00 臺北盆地地面溫度的分佈圖，和 6 月 1 日的情形正相反，中興大橋附近是低溫中心，中興大橋地面溫度僅為 36.2°C，而北投見有高達 50°C 的高溫。等溫線大致作由東南向西北的行走。臺北盆地南方邊緣，見有



圖：5 臺北盆地氣溫之分佈。1972年6月9日13:00—15:00

Fig. 5. Temperature Distribution in Taipei Basin. June 9th, 1972. 13:00—15:00



圖：6 臺北盆地地面溫度之分佈。1972年6月1日13:00—15:00
Fig. 6. Ground Temperature Distribution in Taipei Basin. June 1st, 1972. 13:00—15:00

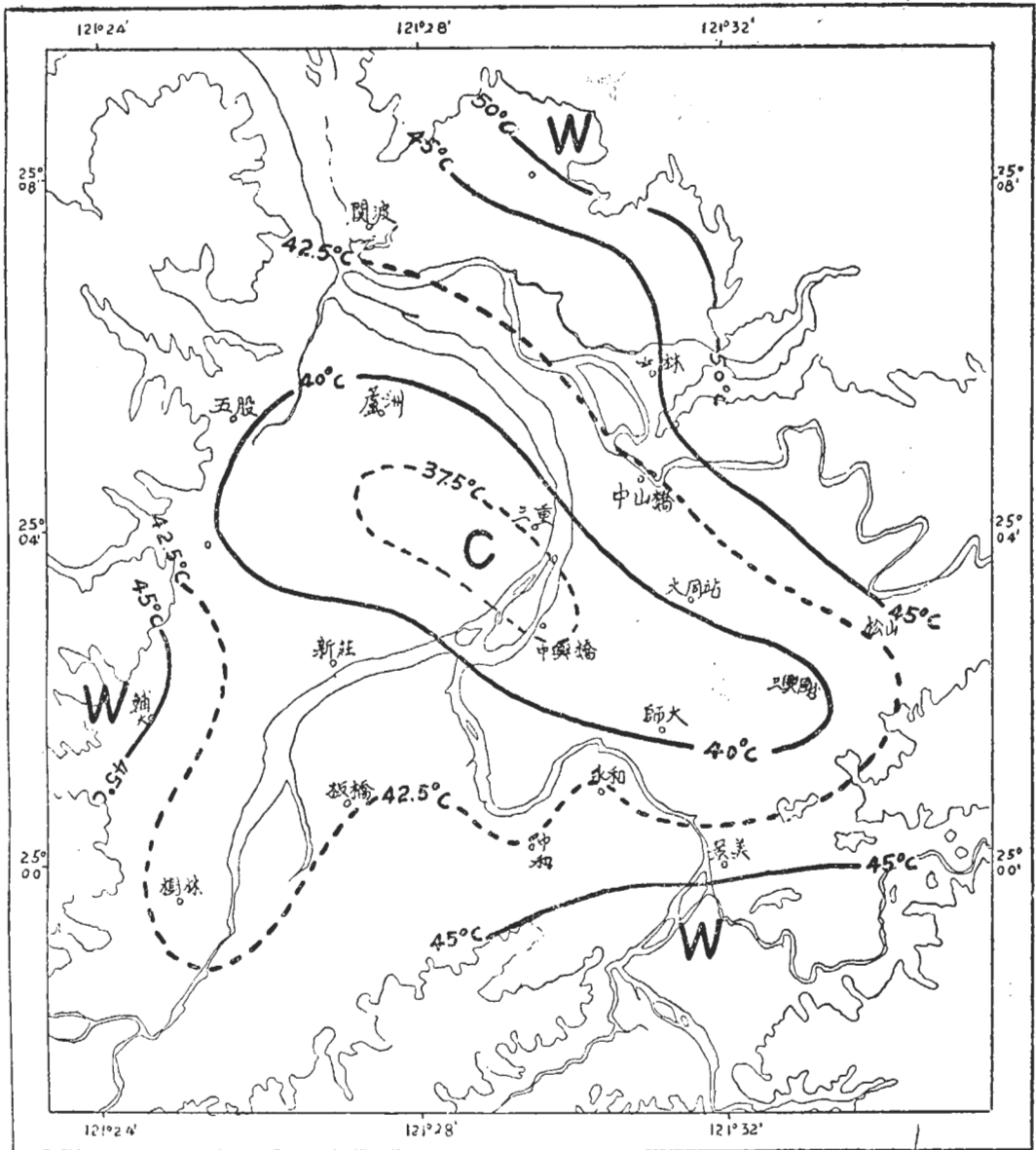
45°C 的等溫線。輔仁大學附近地面也見有 45°C 的等溫線。

將6月1日和6月9日兩日地面等溫線圖加以比較，可知道這兩天不僅氣溫分佈不同，地面溫度的分佈也大有差別，地面溫度的分佈，和天氣、風、地面土壤成份，地形起伏，植物有無植物高低，和地面的乾濕都有關係。我們的觀測又分散於 13:00—15:00 的兩個小時之間，期中地面溫度已可能有較氣溫為大的變化。因之，對這項地面溫度分佈的實際意義，不

可期望太大。

五、相對濕度分佈

圖8是1972年6月1日13:00—15:00臺北盆地空氣相對濕度分佈圖，這一次20處觀測中，最高的相對濕度70%，見於景美附近。最低相對濕度57%，見於中興大橋和三重一帶，相對濕度的高低差，為13%。圖中顯示出臺北市直至淡水河彼岸的新莊三重和北方的中山橋地帶相當乾燥，相對濕度在60%以下。臺北盆地的東南方和西南方比較潮濕，相對濕度

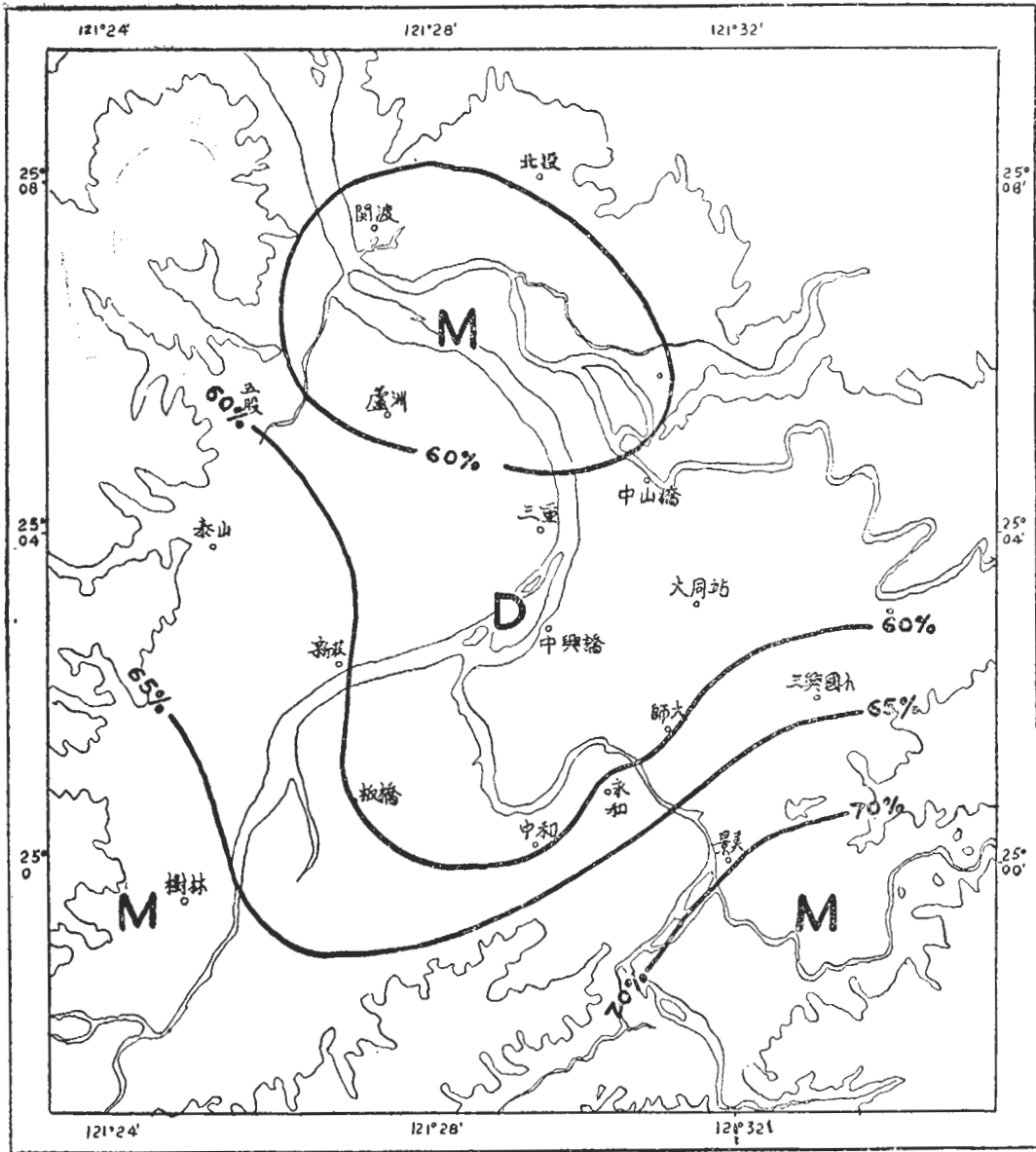


圖：7 臺北盆地地面溫度之分佈。1972 年 6 月 9 日。13:00—15:00
 Fig. 7. Ground Temperature Distribution in Taipei Basin. June 9th, 1972 13:00—15:100

在 70% 上下，東方和東北方比較乾燥，相對濕度不及 60%。60% 的等濕線在北投西方斜向東南，在士林折南，中山橋附近折西，在三重西北又折南，到板橋又東北行，經中和永和與師大等處附近走向松山。臺北盆地西北邊緣的五股，也見有 60% 的相對濕度，65% 的等濕線，由輔大走向東南，過淡水河後又折往東北，大致和 60% 的等濕線平行。臺北市區比較乾燥，可能是都市建設對氣候發生影響的結果之一。東南和西南方的比較潮濕，可能是當日風向風速所

特製。

圖 9 是 1972 年 6 月 9 日 13:00—15:00 臺北盆地相對濕度分佈圖，這次觀測中以板橋相對濕度 70% 為最高，北市松江路南京東路十字路口的大同服務站附近的 55%，為最低，兩處乾濕差為 17%，比 6 月 1 日所觀測得的相對濕度變差為大。臺北盆地東部乾燥，西部潮濕，清楚可見，等相對濕度線作南北行走，借這次觀測，第三組濕球溫度有 6 處錯誤，故等濕線係根據 14 處觀測所計算的相對濕度畫出的。



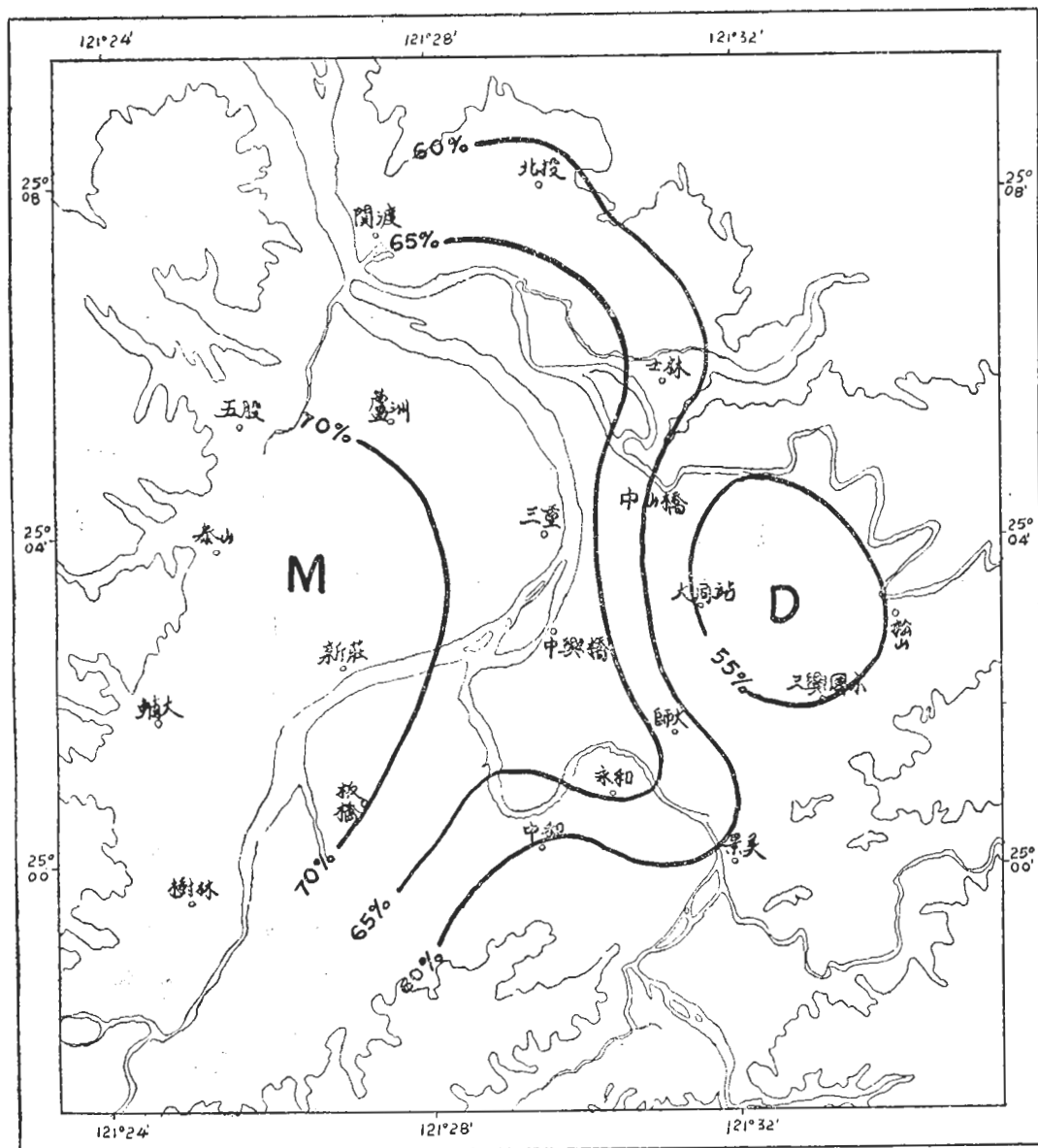
圖：8 臺北盆地相對濕度之分佈。1972年6月1日 13:00—15:00
Fig. 8. Relative Humidity Distribution in Taipei Basin. June 1st, 1972. 13:00—15:00

比較6月1日與6月9日兩張等濕線圖，可見兩圖中等濕線形式雖不相同，但有一共同特點，淡水河以東臺北市區相當乾燥，以西則比較潮濕，都市氣候較郊外為乾燥，於此得到證明。二圖中相反處是6月1日圖中臺北盆地西北方乾燥，東南方潮濕，而6月9日圖中則顯示東南方比較乾燥，西北方略為潮濕。

肆、結 論

由1972年5月在師大氣象園所作地內溫度的觀

測，可見晴日中午地面與地內溫度有很大的差別，地面高於地內100cm深處 13.1°C 。地內溫度的垂直梯度在最初10cm，為每 $\text{cm}1^{\circ}\text{C}$ ，由之可計算出經由 1cm^2 的面積流向地內的熱，應為每小時5.04卡，五月地內溫度變化的曲線，類似中緯度海洋中水溫隨深度變化的形式，可區分為對流層與平流層，不過地內對流層的厚度僅有10—20厘米深，而大洋中對流層有400到600公尺深。氣象局1970與1971年7月晴日的地內溫度觀測，顯示溫度的變化殊小，地面比



圖：9 臺北盆地相對濕度之分佈。1972年6月9日13:00—15:00

Fig. 9. Relative Humidity Distribution in Taipei Basin. June 9th, 1972. 13:00—15:00

地內 100cm 深僅高 3.4°C，比 500cm 深處也僅高了 9.0°C。

由氣象局所測1970與1971年1月與7月地內平均溫度的曲線，可見地內溫度在1月係隨深度而增，表示熱流方向係自地內向上。7月則是隨深度而減，表示熱流方向，係自地面流向下層，地面溫度7月暖於1月 25.8°C。大約在 370cm 的深度，7月與1月有相等的溫度，370cm 以下情形與以上相反，1月暖於7月。在 500cm 深，7月溫度低於1月溫度 1.1°C，是

熱季地面所受之熱，在半年以後方能達到 370cm 以下的深層。

由 1972 年 6 月 1 日與 9 日在臺北盆地 20 個地點所作的幾近同時的觀測所繪氣溫，地面溫度和相對濕度的分佈圖，可見氣象要素的分佈，在不同日期和不同的氣流條件下，有相當大的不同，風向風速的不同，影響溫度和濕度的分佈，風向不同，則空氣性質不同，風速不同所引起空氣渦動也有差別，地形、河流、都市建築和植物，在小氣象與小氣候上都顯有反

應，雖然如此，在此兩日的氣溫與氣濕在臺北盆地的分佈圖中，臺北都市的氣候影響，仍顯然可見，都市有使氣溫顯高，溫度顯低，風速顯小的作用。

因用以觀測的儀器購到太晚，故本研究只以此少數可用資料為根據，是本研究只是臺北盆地小氣候的初步研究，有見於此一問題的重要性，甚有繼續並擴大這項研究的需要。

參 考 資 料

1. Geiger, R., *The Climate near the Ground*, Harvard University Press 1966.
2. Wolfe, J. N., Wareham, R.T., *Microclimates and Macroclimate of Neotoma, a small Valley in Central Ohio*. Bull. Ohio Biolog. Survey 8 Nr. 1, 1949.
3. Kraus, G., *Boden und Klima auf Kleinstem Raum*. Fischer, Jena, 1911.
4. Defant, A., *Physical Oceanography*, 2 Volumes, Oxford, 1961.
5. 郁永河，裨海記述，臺灣銀行文獻叢刊第44種。
6. 張月娥，臺北市氣候、氣象雜誌季刊7卷3期，50年9月。
7. 鄭子政，臺北盆地的氣候，氣象雜誌季刊14卷期，57年9月。
8. 蔣丙然，玉蜀黍田間微氣候測驗報告，國立臺灣大學理學院地理學系研究報告，第一期，51年8月。
9. 顏俊士，水稻之微氣象，氣象學報季刊14卷1期與2期57年3月與6月。
10. 劉衍淮，氣象學，國立臺灣師範大學，58年10月出版。
11. 劉衍淮，氣候學，國立臺灣師範大學，59年9月出版。