

海風含鹽量之研究

陳英茂* · 林德煌*
林茂生** 呂世宗***

Study on the Salt Content of Sea-Wind at Wuchi-Lukan Area

Y. M. Chen, T. H. Lin, M. S. Lin, and S. C. Lu

Abstract

The relationship of meteorological factors to variations in atmospheric NaCl and MgCl₂ Content in the Wuchi-Lukan Area during the period May 1969-Apr. 1970 is investigated and presented.

Results indicate that :

- ① NaCl-MgCl₂ Content varies directly with wind speed; the higher the wind, the higher the concentration of the salts.
- ② NaCl-MgCl₂ Content correlate positively with humidity in the Westerlies and Southerlies, and negatively with humidity in the North-eastlies.

(一) 前言：

臺灣島陸地狹窄而山區又佔四分之三。近年來由於農工業之迅速發展及人口之自然增加，土地之需要日見迫切，如何開墾山地或填補海埔地以增加耕作或工業用地已是刻不容緩。

利用海埔開發新生地時，海風含鹽量之分析調查相當重要。本調查為針對此種需要而作，以備將來開發時提供切實有用之資料。

本調查經選擇鹿港沿海之臺灣土地資源開發委員會水文站及梧棲之臺中港工程處氣象站兩處。自1969年5月1970年4月，一年間，採取樣品，分析海風含鹽量與有關氣象因素之關係。

(二) 分析步驟概述：

1. 樣品之採取

海風之風向與風速時時在變，不宜採取每一時刻之樣品，故本調查係採用全日平均數值，即使用一四

方型木製框架，其面積為 0.5 平方公尺，在此框架空間內張掛經過蒸餾水充分沖洗之清潔白紗布一張，將此框架固定在一定方向曝露一天，每天更換紗布一次，並將換下紗布裝入膠袋中，記錄採取日期與各項氣象因素，送交研究以資分析。

2. 樣品之處理

白紗布樣品，每張各以蒸餾水沖洗，以收取鹽分。即每張紗布使用約一公升之蒸餾水，反覆沖洗，加壓過濾後，將溶液盛於燒杯，然後加熱濃縮至 100cc 以下之容量。因樣品在採取過程中，混有來自空中之泥砂、塵埃以及空氣中之膠體，於加熱解膠後產生固體；故須先使用定量用濾紙濾去固體雜質，經過濾後之澄清溶液，注入蒸餾水調合至 100cc 正，用以滴定分析。

3. 分析方法

(A) 含食鹽等鹽分之定量方法：

由上述處理方法所得樣品溶液，因含雜質甚多，

* 臺灣大學化學系。

** 臺灣土地資源開發委員會。

*** 臺灣省氣象局。

不宜採用普通之硝酸銀法滴定食鹽之含量。本調查係使用硝酸汞法加以滴定。即將樣品溶液取出 10cc 後，稀釋至 100cc 左右，然後將由酸度指示劑與金屬指示劑，混合而成的指示液互滴（參考分析結果之檢討項目），徐徐滴入。滴入時由於樣品溶液酸度程度之差別，該溶液可顯出兩種顏色。如該溶液呈紅色或藍紫色時，應細心再一滴又一滴的滴入 0.05N 硝酸，至顏色變為黃色，而後再多加 1cc 的硝酸做酸性溶液。如滴下指示液時，溶液變為黃色時，其處理方法，為先加 0.025N 氫氧化鈉，使其變成藍紫色或紅色以後，應用上述方法，同樣細心調節成黃色，而後再多加 1cc 之硝酸，經過上述兩種方法，所調節的酸性溶液中食鹽含量，可使用硝酸汞法來滴定，即從滴管細心加入一滴又一滴的硝酸汞標準液，至溶液顏色變成藍紫色為止，由所加硝酸汞之消耗量，可算出含有食鹽量。

(B) 鎂及鈣含量之定量方法：

海水中含有之金屬中，除鈉、鉀外，鎂和鈣並為含量較多之元素。海風中含有之鹽分來源，完全係海水的微粒，被風帶來者，風中食鹽成分之含量和鎂、鈣含量之比例，與海水中之比例相同，而且兩者增加之傾向亦相同。由此推知，每天所收集的每一樣品中，此兩金屬之含量亦可使用錯離子滴定法測定之。即自上述樣品溶液中正確量出 10cc 後，加蒸餾水沖稀為 50cc 之溶液，另加數 cc 後之氨水和氯化銨配成之緩衝液調整為酸度 10 之溶液後，加入少量以固體食鹽稀釋的指示劑，該溶液之顏色則變為深紅色或紅紫色。此溶液可由滴管小心滴入 0.05N 之 EDTA 標準液滴定之，以溶液之顏色變為清藍色時為止。由此滴定消耗標準液之容量可計算此兩種金屬離子之含量。

(三) 分析結果與討論：

1. 定量法之檢討

一般氯離子定量法，均以鉻酸鉀為指示劑，而以硝酸銀滴定氯離子，即稱謂 Mohr 法。此法如對含有微少的氯離子溶液定量時，反應終點的變色不甚靈敏不宜使用。

因此在本實驗時，採用 Dubsky 與 Trtilek 的硝酸汞 Diphenylcarbazone 的方法，即以 Diphenylcarbazone 與 Bromophenol blue 的混合液，為達調節酸度及指示滴定反應終點之雙重目的。

Diphenylcarbazone 為一種橘色結晶，溶於乙

醇中呈澄清的紅色溶液，當此溶液與汞離子反應時，可生成深藍色至紫色的複合物。

此種複合物之最大吸收光譜為 520m μ ，而且顏色穩定，時間可達到 30 分鐘之久。

其滴定原理，為當滴定開始時，酸性的氯離子與所加之硝酸汞即刻反應生成難解離的氯化汞。

此時溶液中尚無遊離之汞離子，即 Diphenylcarbazone 尚未與汞離子發生反應，故溶液仍呈澄清之紅色。

當加注硝酸汞，其容量超過溶液中氯離子當量時，由過量之硝酸汞所產生的遊離汞離子即與指示劑反應，其溶液顏色即變為深藍色，利用此原理就可計算溶液中所含之氯離子，此種顏色變化非常靈敏，可適用在含微少氯離子溶液之定量分析。

利用此法滴定氯離子時，影響其靈敏度最大的因素為溶液中之酸度，最適合的酸度範圍為 pH 3.0-3.5。調節此酸度可利用 Bromophenol blue 酸度指示劑。

2. 分析結果與討論

(1) 自民國 58 年 5 月起至 59 年 4 月止，採取鹿港與梧棲附近之空氣為樣品，加以分析，其含鹽量分為 NaCl 及 Mg 兩種。茲將各站之月平均值與風向風速等分佈情形分別列示如表一、二，圖 1、2 及圖 3；並且求出各方位氣象因素與含鹽量之相關係數。

表一 鹿港站含鹽量分析結果

May (mg)

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	9	326.33	44.49
NNW	2	66.00	15.34
SE	1	19.50	8.34
SSE	5	38.70	7.80
SSW	2	17.00	4.09
WNW	2	28.25	7.25
WSW	1	39.00	6.39
ENE	1	22.50	1.17
ESE	1	207.50	24.15
Av.		151.72	22.62

June

Wind	Day	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	13	433.15	38.83

NNW	1	297.50	37.28
SSW	3	77.16	8.11
SSE	7	54.92	7.11
ENE	2	13.00	0.50
ESE	1	32.50	10.41
WNW	1	25.50	6.15
WSW	2	64.00	9.12
Av.		225.20	21.73

July

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	2	421.50	56.50
NNW	4	139.00	14.48
SE	2	82.50	9.99
SSE	12	68.68	8.31
SSW	5	90.70	8.88
ESE	3	51.16	9.15
WNW	1	51.50	9.31
WSW	2	125.50	15.09
Av.		106.37	12.97

Aug.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NW	1	9.50	3.23
NNW	12	44.54	6.71
SSE	9	66.50	6.21
SSW	3	33.17	5.63
WNW	3	32.50	4.27
WSW	2	36.00	5.00
ESE	1	17.50	3.36
Av.		46.10	5.90

Sep.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	1	280.50	24.15
NW	1	10.50	4.94
NNE	14	1580.64	108.60
NNW	7	91.07	11.61
S	1	2518.50	185.99
SE	1	47.50	12.48
SSE	2	47.50	4.70
WNW	1	55.50	8.20
WSW	1	363.50	17.95
ENE	1	15.50	6.27

Av.		871.76	62.37
-----	--	--------	-------

Oct

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	2	394.50	39.39
NNE	29	1728.59	114.90
Av.		1642.51	110.04

Nov

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	1	412.50	54.31
NNE	25	2256.96	97.41
NW	1	173.50	16.00
ESE	1	177.50	18.92
Av.		2042.41	90.16

Dec

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	31	2708.24	161.14
Av.		2708.24	161.16

Jan.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	27	2584.88	163.83
Av.		2584.88	163.83

Feb.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	24	2344.62	157.43
ESE	4	173.52	140.97
Av.		2034.46	155.08

Mar.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NNE	31	1868.30	107.35
Av.		1868.30	107.35

Apr.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NE	3	64.83	11.18
NNE	25	1030.38	81.99

SE	1	312.50	28.89
WSW	2	223.50	8.89
ENE	1	163.50	19.53
Av.		827.21	66.18

表二 梧棲站含鹽量分析結果

May (mg)

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	3	9.50	2.71
NE	2	18.00	3.65
NNE	6	64.33	10.45
NNW	1	7.50	3.72
S	11	18.28	3.89
SSE	1	7.50	3.84
W	2	7.00	3.17
WNW	1	12.50	3.48
WSW	1	13.00	3.24
Av.		25.21	5.05

June

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	3	7.17	1.85
NE	3	11.17	1.67
NNE	10	56.60	6.69
NNW	1	15.50	4.93
S	5	11.30	3.00
SSE	4	9.75	3.02
W	1	1.50	1.29
WSW	2	5.50	2.45
ENE	1	7.50	0.56
Av.		25.67	3.87

July

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	2	8.00	2.25
NNE	3	14.17	2.55
NNW	1	22.50	4.57
NW	2	7.00	2.07
S	7	10.36	2.52
SE	1	20.50	3.36
SSE	6	7.85	2.21
SSW	3	17.50	3.15
W	2	13.50	3.12
WNW	2	52.50	6.10

WSW	1	3.50	1.65
Av.		14.10	2.82

Aug

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	2	6.00	0.99
NNN	5	5.70	0.87
NW	5	5.30	1.19
S	7	7.07	1.55
SSE	2	11.00	2.75
SW	2	15.50	0.87
WSW	2	4.50	1.41
WNW	3	30.17	1.33
Av.		9.18	1.26

Sep.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	2	168.00	5.93
NE	3	222.50	14.06
NNE	11	130.68	10.60
NW	3	18.17	1.90
NNW	3	13.17	2.22
S	3	5.83	0.45
SSE	1	20.50	1.65
SSW	2	41.00	3.90
W	1	8.50	0.32
WNW	1	9.50	1.89
Av.		89.13	6.53

Oct.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NE	20	124.45	9.75
NNE	9	441.83	26.58
SE	1	9.50	0.56
Av.		215.83	14.49

Nov.

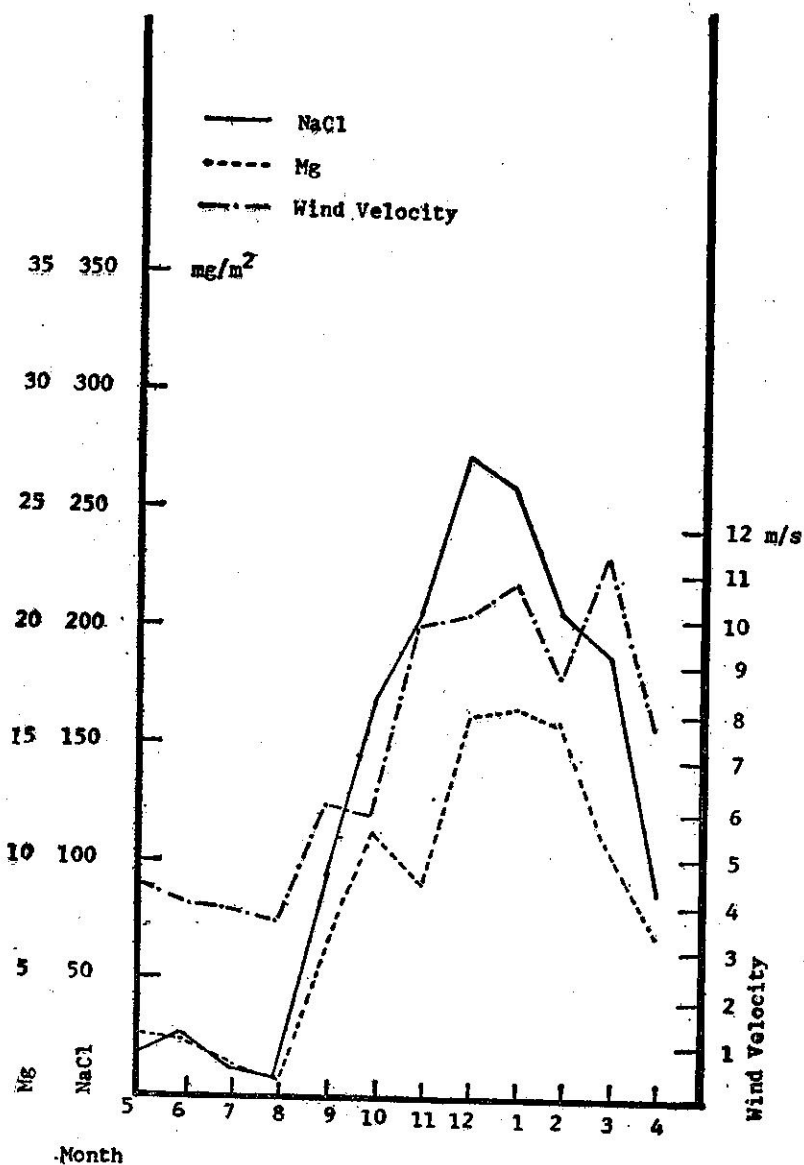
Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	1	607.50	59.78
NE	24	186.41	19.45
NNE	5	363.70	22.74
Av.		224.54	20.11

Dec.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NE	24	361.91	28.67
NNE	7	249.35	18.19
Av.		347.71	27.18

Jan.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NE	11	236.78	20.09
NNE	20	248.35	20.35
Av.		244.24	20.25



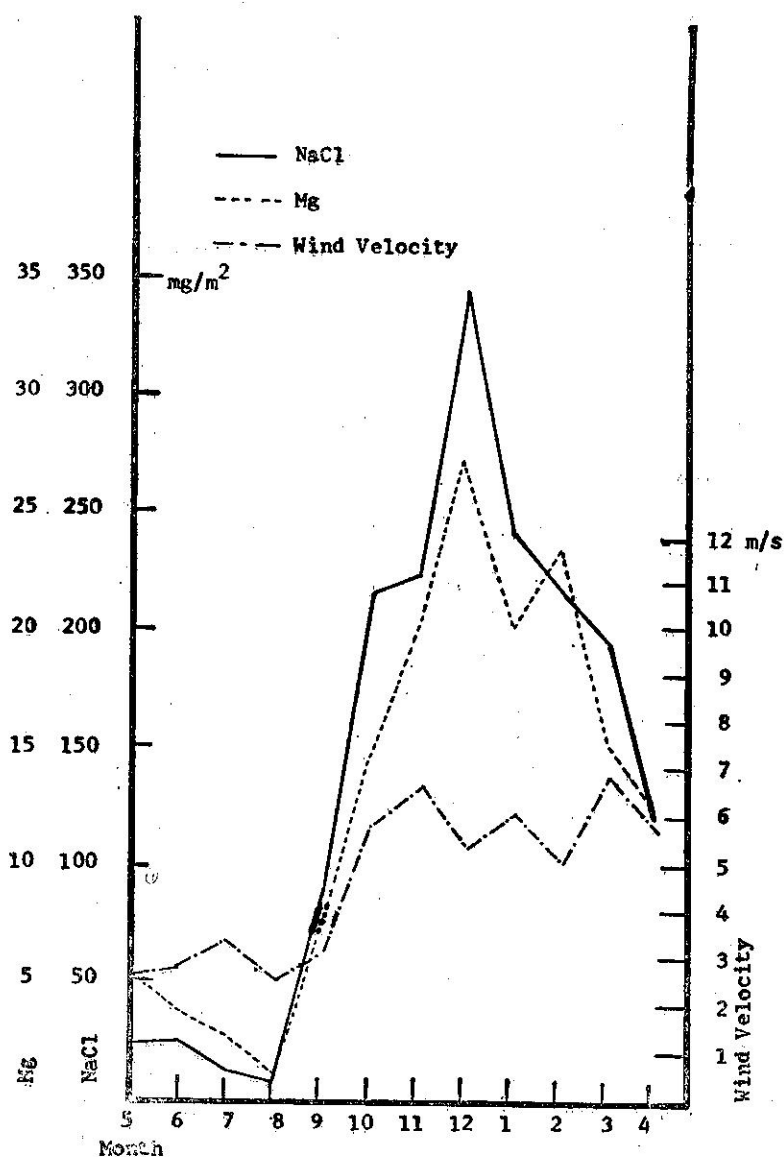
圖一 鹿港站含鹽量之月變化

Feb

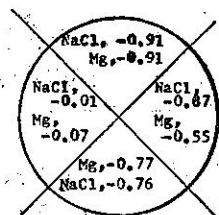
Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	1	39.50	12.84
NE	2	52.50	10.40
NNE	23	254.71	26.87
ESE	1	9.50	3.22
WNW	1	105.50	19.77
Av.		218.50	23.60

Mar.

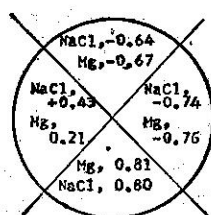
Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
N	2	123.50	11.99
NNE	29	199.15	15.49
Av.		196.21	15.27



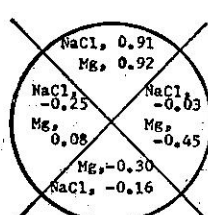
圖二 梧棲站含鹽量之月變化



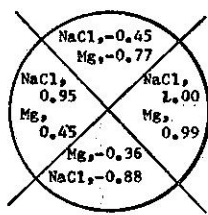
鹿港風向氣溫與
污染物之相關



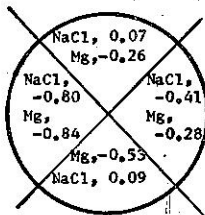
鹿港風向濕度與
污染物之相關



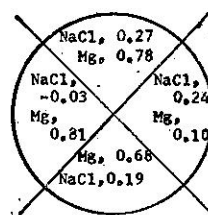
鹿港風向風速與
污染物之相關



梧棲風向氣溫與
污染物之相關



梧棲風向濕度與
污染物之相關



梧棲風向風速與
污染物之相關

圖三 鹿港梧棲含鹽量與氣象因素之連關。

Apr.

Wind	Days	NaCl/Day	Mg/Day
NE	1	47.50	18.56
NNE	24	109.25	12.55
S	1	222.50	28.28
SW	3	16.50	6.50
W	1	59.50	9.68
Av.		100.00	12.57

表三 鹿港站水平面與垂直面之比較實驗

11月 日	風 向	風 速	濕 度	NaCl 平面/No.1	No.2/No.1	Mg 平面/No.1	No.2/No.1
1—2	NNE	8.3	86	0.37	—	0.42	—
2—3	NNE	13.0	79	0.43	—	0.45	—
3—4	NNE	16.2	79	0.22	—	0.20	—
4—5	NNE	17.0	81	0.36	—	0.33	—
5—6	NNE	13.7	80	0.31	—	0.32	—
6—7	NNE	7.8	95	0.26	—	0.26	—
7—8	NNE	9.7	90	0.59	0.22	0.64	0.31
8—9	NNE	10.1	82	0.64	0.28	0.76	0.36
9—10	NNE	8.5	76	0.93	0.36	0.90	0.49
10—11	NNE	7.1	91	0.97	0.36	0.95	0.47

11—12	ESE	2.8	90	0.69	1.87	0.67	0.32
12—13	N	4.0	96	0.68	1.77	0.56	0.19
13—14	NW	3.8	89	0.92	0.42	0.65	0.92
14—15	NNE	3.0	94	0.75	0.33	0.93	0.59
15—16	NNE	4.8	93	0.19	0.24	0.28	0.34
16—17	NNE	13.6	92	0.70	0.21	0.45	0.29
17—18	NNE	16.1	84	0.59	0.14	0.62	0.23
18—19	NNE	9.2	92	0.65	0.25	0.59	0.29
19—20	NNE	9.5	94	0.96	0.42	0.90	0.57
20—21	NNE	12.9	91	0.68	—	0.65	—
22—23	NNE	14.0	90	0.31	0.15	0.33	0.20
23—24	NNE	16.1	88	0.48	0.18	0.49	0.21
24—25	NNE	17.2	81	0.35	0.53	0.34	0.09
25—26	NNE	12.3	85	0.75	0.27	0.71	0.37
28—29	NNE	9.9	86	0.54	0.16	0.54	0.19
29—30	NNE	17.3	81	0.60	0.24	0.66	0.29
30—1	NNE	9.0	89	0.76	0.23	0.51	0.19
平均				0.58	0.27	0.56	0.32

從上述各種圖表，可得到如下結論。

①兩地區季風均從十月開始至翌年三月間止，其風向為北北東風，此期間風速較其他時期為大，風中所含之鹽量也隨之增加，其相關係數可達到 0.9 以上，但季風期外 NaCl 增加率與 Mg 增加率却不成比例。

②偏西，南風時，濕度與含鹽量成正比，偏北，東風却成反比。

③氣溫與含鹽量均成反比。

④季風期外，即五月至九月間風向不定風速亦弱，相關之正確率較差。

(2)研考海風含鹽量對農作物之危害問題時，雖然垂直面方向之影響為重要因素之一，但水平方向及離海距離之遠近也有關係，為明瞭垂直面與水平面，或垂直面與距離間之關係，選定季風期間，即十一月間在鹿港站做比較實驗，實驗結果如圖表。在圖表中 No. 1 樣品為垂直面樣品，No. 2 樣品表示與 No. 1 同為垂直方面樣品，但遠離 No. 1 地點，即距離海岸大約 1.5 公里處所收集者。另於 No. 1 處所收集平面方面之樣品。

由此實驗結果顯示，均可以 No. 1 做標準。無論食鹽或鎂含量，平面垂直之比大約相同，即 0.58，0.56（平面之積鹽量略少），距離方面較有良好現象，即離 1.5 公里處之含鹽量僅為 No. 1 站（海岸站）含鹽量之 30 % 左右，在此表中風向除 11, 12, 13 三天各為 ESE, N, NW 其餘均為 NNE，而且此三天均風速較小，所測含鹽量亦不多，但 11, 12, 兩天 No. 2 站含鹽量反比 No. 1 站為大，雖然含鎂量不變，似同為東南東風是由陸地吹向海上所致，在空中儲積之鹽分，改風向時，較沿海為大，而鈉和鉀之溶解度大，鎂鹽等容易做結晶樣而降落，鈉較不易降落而漂浮在空中，所以改變風向時，鈉滯留於空中之含量比鎂鹽為大。

誌謝：本研究承農復會之資助，特此誌謝。

氣象學報徵稿簡則

- 一、本刊以促進氣象學術之研究為目的，凡有關氣象理論之分析，應用問題之探討，不論創作或譯述均所歡迎。
- 二、本刊文字務求簡明，文體以白話或淺近文言為主體，每篇以五千字為佳，如長篇巨著內容特佳者亦所歡迎。
- 三、稿件請註明作者真實姓名、住址及服務機關，但發表時得用筆名。
- 四、譯稿請附原文，如確有困難亦請註明作者姓名暨原文出版年月及地點。
- 五、稿中引用之文獻請註明作者姓名、書名、頁數及出版年月。
- 六、惠稿請用稿紙繕寫清楚，並加標點。如屬創作論著稿，請附撰英文或法、德、西文摘要。
- 七、本刊對來稿有刪改權，如作者不願刪改時請聲明。
- 八、惠稿如有附圖務請用墨筆描繪，以便製版。
- 九、來稿無論刊登與否概不退還，如須退還者請預先聲明，並附足額退稿郵資。
- 十、來稿一經刊載即致稿酬，每千字按三十元至四十元計算。創作論著稿之特具價值者另議。
- 十一、惠稿文責自負，詳細規定請據本學報補充稿約辦理。
- 十二、惠稿請寄臺北市公園路六十四號臺灣省氣象局氣象學報社收。

（請參閱補充稿約）

保 密 防 諜 · 人 人 有 責

匪 諜 自 首 · 既 往 不 究