

フィリピン，タイ，インドネシアにおける強風について

石 崎 潑 雄*

Strong Wind Distributions in the Philippines, Thailand and Indonesia

by

Hatsuo ISHIZAKI

ま え が き

一昨年，フィリピンを三つの大きな台風が襲った。なかでも台風 Yoling は，Manila 市周辺を通過し，死者 230 人，負傷者 1,756 人，行方不明 381 人の被害を出し，損害額は 1 億ペソを越したといわれている。この被害を教訓として，今後の台風による被害軽減の問題を技術的に検討し，またその研究を促進する目的で，UNESCO 主催による地域セミナーが昨年11月，Manila において開催された。たまたま私はこれに出席する機会を得，セミナーの後，東南アジア数箇所をまわって，強風に関する多少の調査を行なうことができた。

東南アジア地域には台風のような熱帯性低気圧の襲う地方と，そうでない地方とがある。しかし，いずれの地方が熱帯性低気圧の影響を受けるか，また各地にどの程度の強さの風が吹くかについての資料は，わが国ではほとんど得ることができない。以下には今回得た資料を紹介し，これに多少の検討を加えて報告する。

I 調査の目的，建築物と風

建築物を安全に保つために考慮すべき非常時外力としては，地震力と風力とが最も重要である。しかも建築物の高さが増すとともに，地震力よりは風力の作用が支配的となり，風力の大きさを正確に評価することが必要になってくる。最近，東南アジアの主要都市にも高層ビルが建てられつつあるが，この耐風設計を合理的に行なうためには，その建てられる地点の風について知っていなければならない。

* 京都大学防災研究所

建築物にとっての風の問題は、その構造技術の発展に伴って重要度を増す。換言すれば、文化の進展につれて、風力の問題を解明することが、つねに緊要になる。東南アジアにおける風の問題も今後ますます重要性を増すであろう。

II フィリピンにおける強風

フィリピンはわが国と同様に台風の常襲地帯といえる。1970年を例にとると、20の台風* が記録され、そのうち10はフィリピンのいずれかの部分に直接来襲し、六つが Luzon 島を横切っている。なかでも冒頭に述べた台風 Yoling は11月19日、Manila 市周辺を襲い、大きな被害をもたらした。この台風は Manila 国際空港で 971.2mb, Clark Field で 973.6mb の最低気圧を記録し、Quezon City の MERALCO Headquarters では約 950mb の最低気圧に達した。わが国を過去に襲った最大の台風の最低気圧は 930mb 程度、あるいはそれ以下のものもあるから、それほどには強くなかったようであるけれども、Manila における最大風速は 70 Knots (36m/sec), 瞬間的な最大風速 (Gust speed) は約 108 Knots (55m/sec) であった。

Manila 市内の被害の概要はつぎのようである。古い形式の低層の木造家屋は一部の屋根を剥がされた程度で大きな被害を受けず、ほとんどのものが残った。これに対し、Makati その他の比較的高級な住宅地にある建物は屋根、外壁等に数多くの局部的な被害を生じた。学校の建物はいわゆるプレハブと呼ばれる構造のものが多く、柱や梁の接合部分が弱かったために、大きな被害を受け、なかには全壊したものもある。これらの学校の校舎のうち、Marcos Type と呼ばれているものは、わが国の業者の設計によるもののようであり、今後注意すべき問題を提供していると思われる。高層建物で主体構造に被害を受けたものはないけれども、窓ガラスの破損したものは、かなり数が多い。ただし、これらの窓ガラスには耐風設計が行なわれていなかった。特殊な構造物の被害としては Quezon City にある Araneta Colosium の屋根が大きな被害を受けた。この建物は直径 80m, 軒高 17m で、これに球状のドームの屋根が載っているが、この屋根の風下側の部分のアルミニウム板が、ほとんど全部剥がされた。送電鉄塔、照明塔、テレビ塔、広告塔の類では倒壊したものが多い。しかし屋上広告塔でも、そのまま残っているものもあるから適正な設計と施工が行なわれているならば被害を受けずに済むものと思われる。

ここに述べた被害状況から察すると、個々の構造物の被害形態は、わが国における台風による被害とくらべて相違がない。しかしフィリピンにおいては、伝統的な古い形式の木造家屋に被害が少なく、逆に、近代的な設計の行なわれたと思われる構造物に被害の多いことは、わが国の場合と大きく違っている。フィリピンにおける木造家屋に被害が少ないのは良質な木材を

* ここに台風とは地上風速 64 Knots (33m/sec) 以上の熱帯性低気圧をいう。

得やすいことのほかに、長年にわたる台風の被害による経験にもとづくものと想像される。これに対し、近代的な構造物に被害の多い理由は、種々考えられるけれども、直接的には、これらを規制する法規類の不備なこと、強風の観測資料とその検討が不十分であることが挙げられる。今回の台風被害を契機として、ようやく耐風設計の法規類を充実させようとする動きがあり、さらにその基本となる風の資料の整理が始められた。

フィリピン国内で気象観測の行なわれている所は約40カ所あるようだが、Weather Bureauの所長 Dr. R. L. Kintanar が20地点の強風について、その資料を検討している。表1は、それを引用したものであるが、表中の数字は再現期間2年、3年、10年、25年、50年、100年に対応する最大風速の期待値である。これらは、地上10mの高さにおける10分間最大風速で、約20年間の観測値にもとづいて Gumbel の方法により求めている。なお観測に用いた風速計は必ずしも全部統一されてはいないようであるが、大部分はプロペラ型の風速計ということであった。

図1は各地点の再現期間50年に対する最大風速の分布を記入したものであり、図2、3はそれぞれ再現期間50年、100年に対する最大風速の分布を等速度線で表わしたものである。図2、

表1 フィリピン各地における最大風速の期待値

地 点	観測年数	観測期間	種々の再現期間に対する最大風速 (Knots) (年)						平均年 最大風速 (Knots)
			2	3	10	25	50	100	
Legaspi	17	1955 - 1970	56	84	98	113	123	132	58
Vigan	18	1953 - 1970	38	54	65	76	83	89	36
Dagupan	19	1952 - 1970	31	43	49	55	59	63	31
Tuguegarao	19	1952 - 1970	45	72	86	98	111	120	44
Manila	21	1950 - 1970	46	60	67	75	80	84	48
Baler	12	1959 - 1970	40	63	75	88	97	104	41
Laoang	21	1951 - 1970	56	70	78	86	91	96	56
Baguio	21	1950 - 1970	52	67	75	83	89	94	52
Malaybalay	18	1952 - 1969	19	24	26	29	30	32	19
Borongan	18	1953 - 1970	31	63	80	99	110	121	31
Coron	19	1952 - 1970	25	46	57	69	76	84	26
Romblon	19	1952 - 1970	29	46	55	65	71	77	28
Masbate	19	1952 - 1970	46	72	86	100	110	119	46
Daet	20	1951 - 1970	33	49	53	64	70	75	34
Hinatuan	18	1952 - 1966 1968 - 1970	24	40	49	58	64	70	24
Surigao	16	1954 - 1969	38	62	75	89	98	106	39
Calapan	12	1959 - 1970	52	83	99	116	128	138	53
Zamboanga	20	1951 - 1970	32	41	46	51	55	58	32
Iloilo	19	1952 - 1970	41	48	53	57	60	62	41
Virac	19	1952 - 1970	68	116	114	172	192	210	69

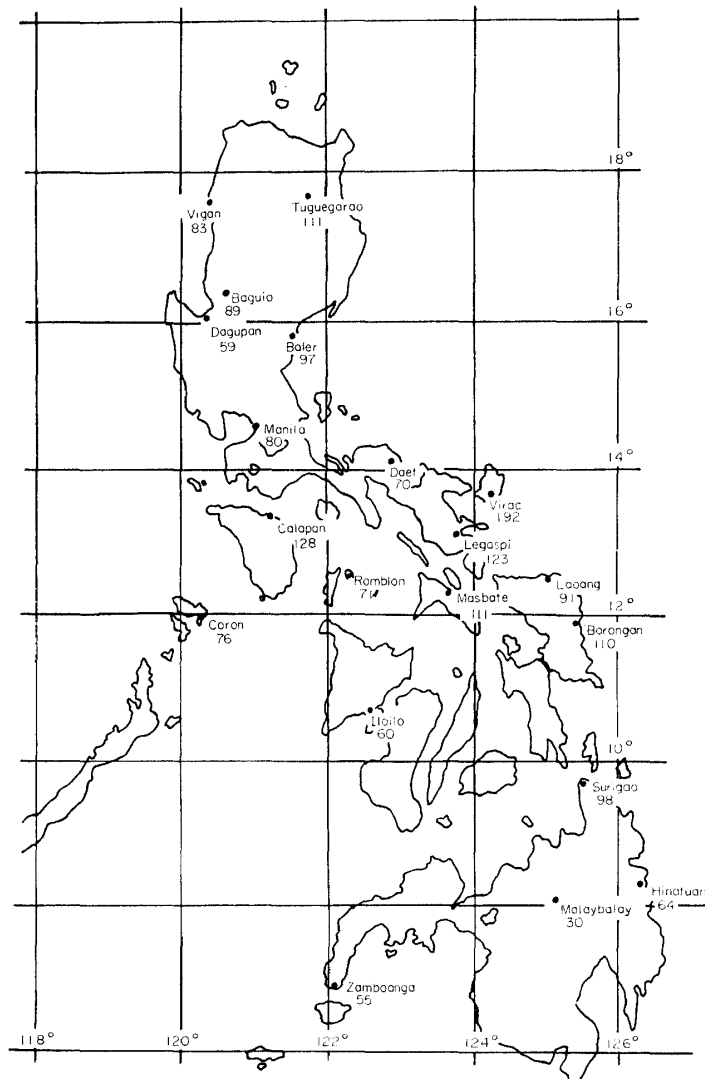


図1 フィリピン各地における再現期間50年に対する最大風速の期待値（単位：Knots）

3の線の引き方には、やや無理があるように見える。すなわち、図1の程度の資料では、図2, 3のように細かい分布を表わせるかどうか疑問である。たとえば Mindanao 島西南部および Palawan 島には、20 Knots, 40 Knots の線が引かれているが、20 Knots といえは風速約 10m/sec に相当し、海岸に多く面する地方の最大風速が、この程度であるとは考えにくい。逆に、中部東海岸近くでは、非常に大きな風速の線が現われている。これは Catanduanes 島の Virac における値が異常に大きいためであり、観測された最大値は 172 Knots となっている。わが国の平地で、このように大きな風速の観測された例はない。Virac できわめて強い風が観測された理由は明らかでないが、この地点は、おそらく風が特別に強くなるような地形的な条件を備えているのではないかとと思われる。フィリピンでも、他の地点の最大風速の値は、はるかに小さくなっている。

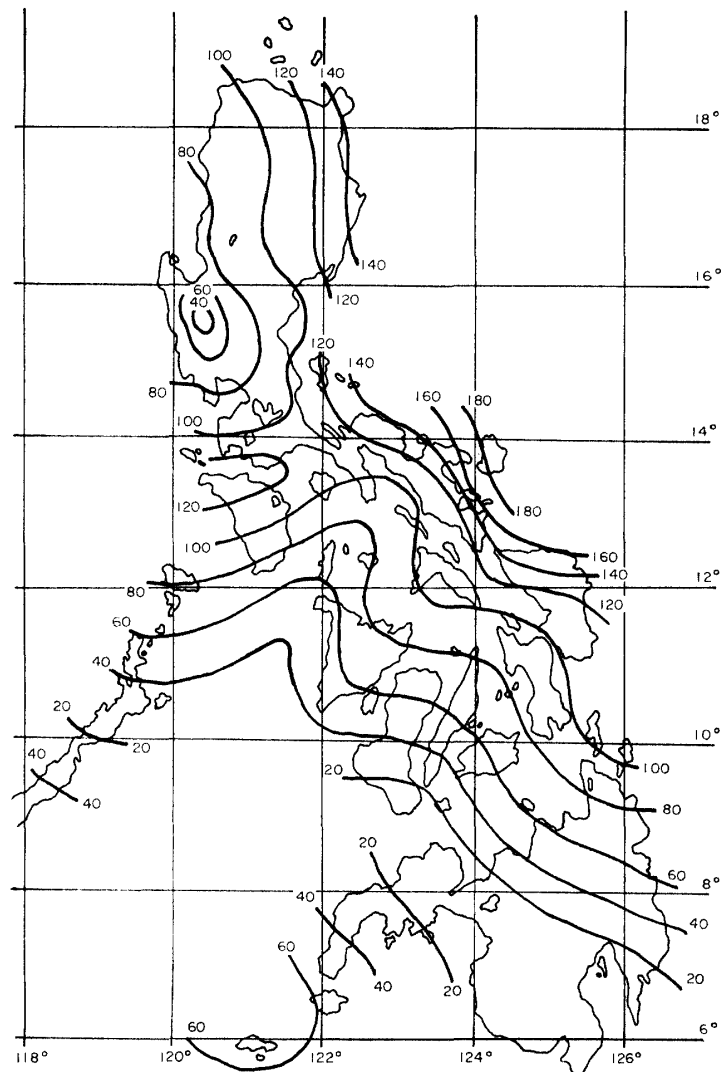


図2 フィリピンにおける再現期間50年に対する最大風速期待値の分布
(単位：Knots) (Kintanar による)

フィリピンに来襲する台風の経路を調べると、ほぼ東あるいは南東から向かってきている。従って東海岸における風が強いのは当然と考えられる。さらに主要な島の配列が、ちょうど台風の進路に沿っているために、一度上陸した台風の強さがどのように変化するかということは重要であろう。

以上、見てきたようにフィリピンを襲う台風は、わが国に来襲する台風とくらべて、本質的に大きな相違がないけれども、フィリピンはわが国以上に多くの島々から成り立っており、その間に入り組んだ海岸部分があるので、風の強さとその分布も複雑であると考えられる。

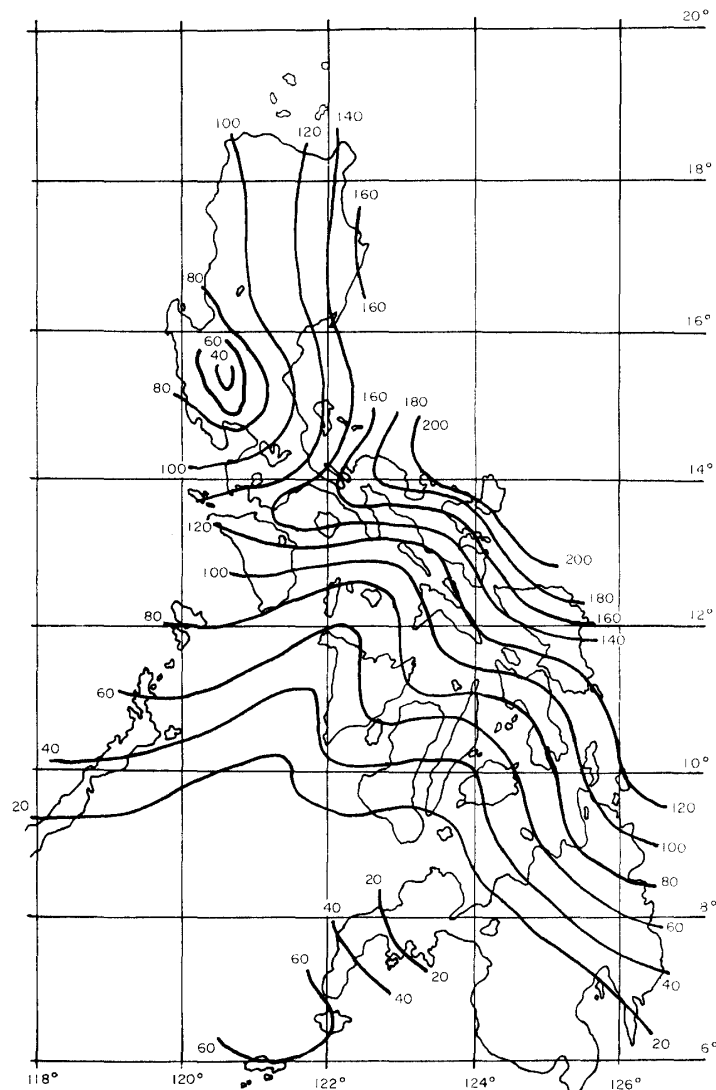


図3 フィリピンにおける再現期間100年に対する最大風速期待値の分布
(単位: Knots) (Kintanar による)

III タイにおける強風

タイにおける風については、フィリピンにおけるほど、整理された資料を得ることができなかったが、1951年から1965年まで15年間における53地点の最大風速が求められているので、これを表2に示す。また、これらの大部分を図に記入したのが図4である。ただし、ここに示した最大風速はほとんど Dines の風速計によっているので、いわゆる瞬間最大風速といわれているものに近い。これらのうち、最も大きな値を示しているものでも Mukdaham の 80Knots であるから、台風の風のように強くない。また、全土にわたり、特に風の強い地方、あるいは弱い地方も見あたらないようであり、風の強くなる季節も4、5月頃が多く、これらの風はモンスーンによるものであろう。しかし、タイは台風の影響をまったく受けないわけではなく、

石崎：フィリピン，タイ，インドネシアにおける強風について

表2 タイ各地における最大風速（1951年～1965年）

地 点	最 大 風 速 (Knots)	月
1. Chiang Rai	63 NE	May
2. Mae Hong Son	60 W	May
3. Chiang Mai	63 SE	Apr.
4. Mae Sariang	60 W	May
5. Lampang	70 NW	Mar.
6. Nan	63 W	May
7. Phrae	68 S	Apr.
8. Uttaradit	36 NE	Jan.
9. Tak	55 NW	May
10. Phitsanulok	50 W	Apr.
11. Mae Sot	40 W	Feb.
12. Phetchabun	45 S, W	May
13. Pai	20 NW	Feb.
14. Khun Yuam	32 S	July, Aug., Sept.
15. Phumipol Dam	27 SW, W	Mar., May
16. Loei	47 W	Apr.
17. Udon Thani	52 SW	Jun.
18. Nakhon Phanom	50 W	Feb.
19. Sakhon Nakhon	50 W	Apr.
20. Mukdahan	80 W	Apr.
21. Khon Kaen	47 SW	May
22. Roi Et	36 N, S	Apr., May
23. Ubon Ratchatani	68 S	Aug.
24. Surin	50 NW	Aug.
25. Nakhon Ratchasima	54 SE	Sept.
26. Sapmuang	33 E	May
27. Chaiyaphum	39 SW	Mar.
28. Nakhon Sawan	70 S	May
29. Lop Buri	52 NE	Feb.
30. Suphan Buri	45 E	Apr.
31. Prachin Buri	55 SE, NW	Mar., Apr.
32. Kanchanaburi	55 SW	Jul.
33. Don Muang	65 SE	Apr.
34. Bangkok	50 E	Apr.
35. Phra Nakhon	56 E	Apr.
36. Aranyaphrathet	40 S, E	Apr., May
37. Chon Buri	63 S	Oct.
38. Sattahip	73 N	Nov.
39. Chanthaburi	65 S	Mar.
40. Klong Yai	40 NE, W, E	
41. Pom Phrachunlachomklao	44 NW	May
42. Koh Sichang	40 W	Jun.
43. Hua Hin	50 W	Jul.

44.	Prachuap Khiri Khan	45 E	Mar.
45.	Chumphon	47 W	May
46.	Ban Don	40 W, NE	Jul., Oct.
47.	Nakhon Si Thammarat	55 W	Aug.
48.	Songkla	70 W, E	Jun., Nov.
49.	Narathiwat	60 NE	Nov.
50.	Ranong	60 W	Oct.
51.	Phuket	45 SW	Aug.
52.	Phuket Air Port	56 W	Oct.
53.	Trang	50 E, W	Apr., May

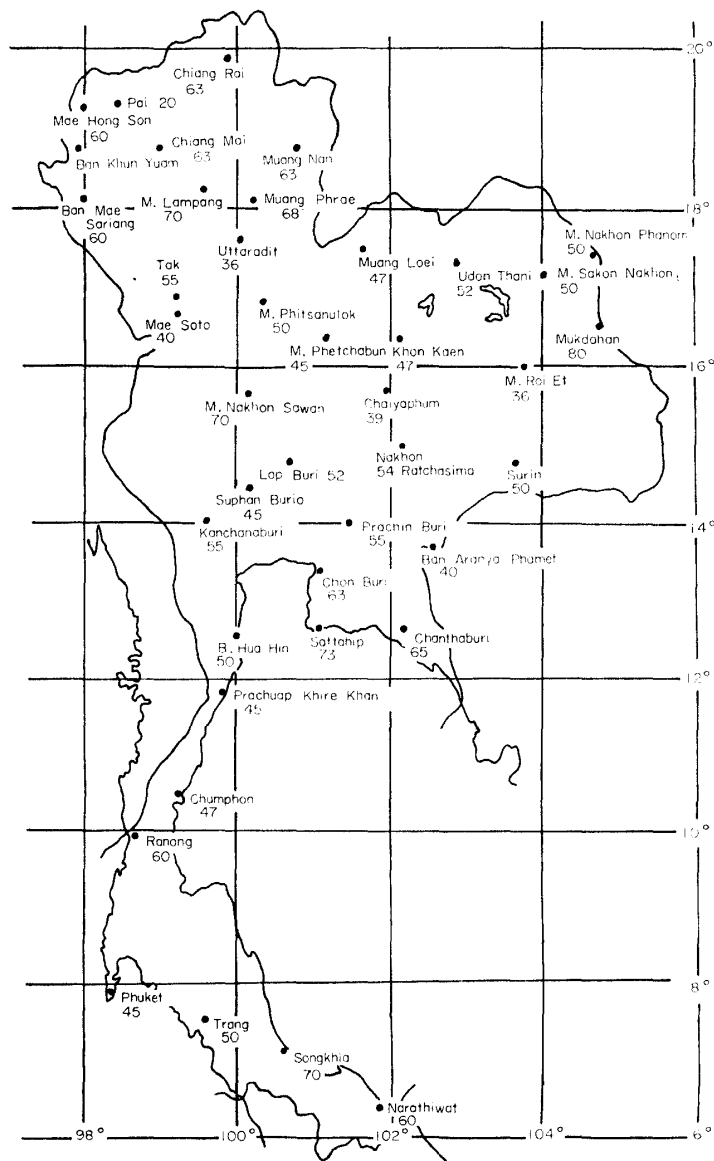


図4 タイ各地における過去の最大風速 (1951年~1965) (単位: Knots)

ベトナムあたりに上陸した台風が西進して、タイに來襲する。これがタイ国内に入るときには衰弱しており、風も弱く、単なる熱帯性低気圧となってしまうだけである。

一般的に、タイ国内には、さほど強風を生じないが、表 2 中の最大風速の値が 60~70Knots 程度の地点はいくつか存在し、構造物の耐風設計上、この程度の風は考慮に入れなければならない。しかし、表 2 の値の中には、単に目測によって得られているものも含まれているようであり、構造物に対する設計風速を決定するためには、なお資料が不足し、明確さを欠いている。

IV インドネシアにおける強風

インドネシアにおいては、測候所あるいは気象台といわれるものが、数少なく、風の記録も得られていないことが多いので、最大風速の値の分布を知ることができなかった。ただし 1961 年から 1970 年までの Djakarta における月別平均風速と最大風速は、表 3 のようであり、非常に風は弱い。最大風速が 14m/sec であるから、あまり大きな問題にはならない。

都会地以外の地方では、ときどき thunderstorm あるいは龍巻に類する強風が起こるようであるが、それらの規模、それによる被害など不明である。わが国における龍巻、あるいは米国における tornado についても、研究は最近緒についたばかりであるから、インドネシアにおける局地的な小さい規模の風について不明であっても仕方あるまい。しかし、いずれ将来においてはこれが問題になることと思われる。

インドネシアは赤道直下、あるいはこれに近いところに位置しているから、台風の影響はほとんど無いかと思われていたが、比較的東部 Kupang の地方には熱帯性低気圧が來襲するということであった。この地点は南半球にあるため、この低気圧を台風とは呼ばないが、オース

表 3 Djakarta における月別平均風速と最大風速 (1961年~1970年)

月	主風向	平均風速 (m/sec)	最大風速 (m/sec)	年
1	NW	1.6	13.0	1965
2	NW	1.7	12.0	1966
3	NW	1.5	10.0	1970
4	E	1.5	11.5	1965
5	E	1.6	11.5	1965
6	E	1.6	11.5	1965
7	E	1.8	10.0	1966
8	E	1.7	10.0	1966
9	N	1.8	12.0	1967
10	N	1.8	14.0	1969
11	N	1.5	13.5	1967
12	NW	1.5	14.0	1970

トラリアにおいて willey willey といっているものと同一かどうかはわからない。

いずれにしても、インドネシアの主要都市では、さほど強い風が吹かないようである。ただし、未開の地方には、風の強いところがあるかもしれない。

む す び

今回の調査においてフィリピンについてはやや詳しい資料を得ることができたけれども、タイ、インドネシアについては、きわめて不十分なものしか得られなかった。特にインドネシアにおいては国土が広い割合に、観測地点がきわめて少なく、計測器も整備されていない。

元来、風速を厳密に測定することは、あまり容易でない。国によって観測に用いる計測器の種類が違っている上に、平均風速を求めるための平均化時間や風速の単位も一律でない。国際的に観測高度は地上 10m ということに定められているものの、この高度は守られているとは限らないし、風速の値そのものは、周囲の地形や障害物の影響を受けやすい。本報告に示した風速は、それぞれの国における資料から筆者が引用したものであり、これらの値にも多少の誤差が含まれているかもしれない。特に、他の国で得られている値と比較する際には、慎重を要すると思う。

本報告に述べた東南アジアにおける強風の概要は、筆者が短期間の旅行によって集めた資料にもとづくものであり、はなはだ不十分であるが、今後の調査に対する基礎的資料として役立つならば幸いである。

参 考 文 献

- 1) S. Mackey, *et al.*, *Philippines, The Typhoons of October and November*, UNESCO Report, May, 1971.
- 2) R. L. Kintanar, "An analysis on extreme wind speeds over the Philippines," *Regional Seminar on Wind Effects on Buildings and Structures*, November, 1971.
- 3) Meteorological Department, Office of the Prime Minister, *Climatological Data of Thailand, 15 year Period (1951-1965)*, Thailand.