

論文

九州における台風再来周期の地域的特徴*1

茅島信行*2

茅島信行：九州における台風再来周期の地域的特徴 九州森林研究 62：37-44, 2009 九州は台風の常襲地帯であり風害の多くが台風起因するものであるため、九州に襲来する台風の再来周期の地域的特徴を把握することは、風害のリスクを考慮した森林施業を行う上で重要である。本研究では、気象庁が一般公開している台風の最終解析結果（ベストトラック）を用いて、九州における1951年～2007年の過去57年間に及ぶ、台風の進路や強さに基づいた台風再来周期の地域的特徴を調査した。その結果、九州における台風の再来周期は北緯32.5度付近を境に南北で格差が大きく、東経130.5度を中心に東西に離れるほど再来周期が長くなる傾向が見られた。またこれらの傾向は特に中心気圧950hPa台以下の強い台風で顕著であった。解析期間の前半と後半を比較したところ、期間後半に九州北部で顕著に強い台風の再来周期が短くなっており、この地域では今まで以上に台風のリスクを考慮した森林施業を行う必要があると考えられる。

キーワード：台風、再来周期、最終解析結果、ベストトラック、九州

I. はじめに

近年木材価格の低迷などから伐期が延長される長伐期林分や、手入れの遅れた過密林分、また過密林分における高い間伐率での間伐が増加しており、風害発生リスクの高まりが危惧される。強風の再現周期を広域的に推定した例は西南日本(3)や北日本(1)で見られるが、これらは気象台における点のデータを基に解析したものであり、この点のデータから周辺地域の強風の再現周期を推定した場合、気象台と現地の地形的要因の差異によっては過小評価を生じる恐れがある。

また、九州・山口地方における各気象台の1961年～2007年までの年最大風速・年最大瞬間風速のデータ(気象庁ホームページ <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>)を基に、年最大風速・年最大瞬間風速のうち台風起因するものの割合を調査したところ、阿蘇山や萩など一部を除き、年最大風速・年最大瞬間風速の50.0%～86.6%が台風に由来するものであることが分かった(図-1)。特に、年最大風速20m/s以上、年最大瞬間風速30m/s以上の強い風の場合は、73.5%～100.0%と多くが台風に由来するものであり、強風の再現周期は台風の進路の影響を受け、大きく変わるものと考えられる。従って、風害のリスクを考慮した森林施業を行うためには、従来のような点のデータから推定する強風の再現周期だけでなく、台風の進路や強さに基づいた台風再来周期の地域的特徴を、空間的・時間的に把握する必要があると考えられる。

そこで本研究では、気象庁が一般公開している台風の最終解析結果(ベストトラック)を用いて、九州に襲来した1951年～2007年までの過去57年間に及ぶ台風における、進路や強さに基づいた台風再来周期の地域的特徴を空間的に把握することを目的として研究を行った。また、解析期間を前半(1950年代～1970年代)と後半(1980年代～2000年代)に分け、前半と後半の台風の再来周期の変化を比較することにより、台風再来周期の時間的変化も併

せて考察したので報告する。

II. 研究方法

1) 資料と解析範囲

本研究で台風再来周期の推定に用いたデータは気象庁が一般公開している台風の最終解析結果(ベストトラック <http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/jma-center/rsmc-hp-pub-eg/trackarchives.html>)であり1951年から現在までの台風の進路や強さに関する気象庁としての最終的な見解をまとめたものである。データは主に6時間毎の経緯度と中心気圧から構成されているが、1977年以降は経緯度と中心気圧に加え、風速・暴風域半径・強風域半径のデータも

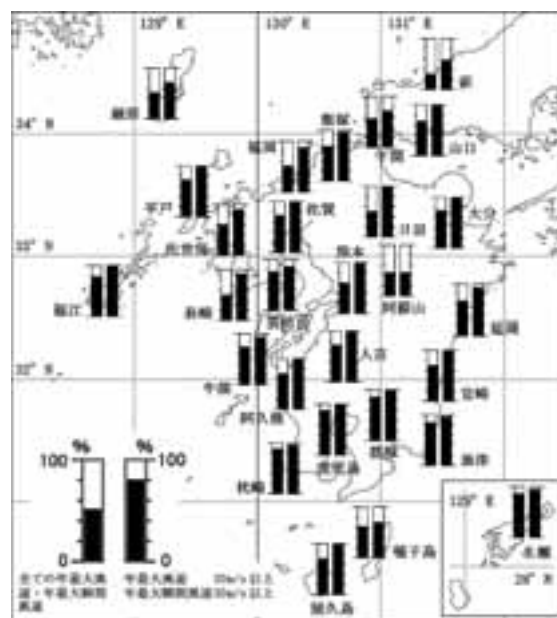


図-1. 九州・山口地方の気象台における年最大風速・年最大瞬間風速のうち台風起因するものの割合

*1 Kayashima, N.: Regional distributions of the return period of typhoon attacks in Kyusyu island.

*2 福岡県森林林業技術センター Fukuoka Pref. For. Res. & Tech. Ctr., Fukuoka 839-0827

含まれている。また、1990年以降は日本に接近した場合にはデータの取得間隔が3時間毎と短くなり、更に上陸した時刻のデータも追加されるなど、時代を追うごとにデータの情報量が増え、精度も高くなっている。今回台風再来周期の推定に用いたのは、記録を取り始めた1951年～2007年までの57年間のデータであり、この中にはおよそ1500個の台風のデータが含まれている。

解析対象範囲は、北緯27.5度～37.5度、東経125度～135度のそれぞれ緯度・経度ともに10度の範囲である(図-2)。この範囲には九州(沖縄を除く)の他、四国・中国地方、韓国も含まれるが、これは単に九州における台風の再来周期を把握するだけでなく、台風が九州を通過する前後を含めた広域地域の中で、台風の再来周期がどう変化するかも合わせて把握するためである。解析には1951年～2007年の期間中にこの対象範囲を通過した全ての台風、301個を使用した。

2) 解析方法

解析方法であるが、まず解析対象範囲において緯度・経度が等間隔になるようにメッシュを設定した。次にある期間中にあるメッシュを通過する台風の個数を台風の強さごとにカウントし、解析期間を解析期間中に通過した台風の個数で除した値をある強さの台風の再来周期とする、という方法をとった。

ここで台風の強さであるが、今回のような風害に関する研究であれば、風速をもって台風の強さとするのが合理的であるが、解析に用いたデータのうち風速のデータが記載されているのは1977年以降であり、それ以前の台風については風速を用いて台風の強さを表すことは出来なかった。そこで1977年以降のデータを用いて台風の中心気圧と最大風速の関係を見たところ、中心気圧と最大風速の間に高い相関が見られた(図-3)。よって、台風の強さを風速ではなく中心気圧で表すこととし、表-1の様に中心気圧によって9段階に区分して台風の強さを評価することとした。

解析に用いたメッシュは、ある程度のまとまった範囲で地域差を比較できる様に考慮し、緯度経度ともに0.25度(緯度方向約27.7km・経度方向平均約23.6km)の格子を用いた。解析範囲が緯度・経度ともに10度の範囲であるため、メッシュの総数は緯度

方向40×経度方向40の1600個である。

台風の進路は、一定時間ごとの台風の中心位置を表-1で区分した中心気圧ごとに分けてプロットし、隣り合う中心点同士を結ぶことで台風の進路図を描いた。ここで隣り合う中心位置の気圧が異なる区分に入る場合は、その中間点までをそれぞれの区分の気圧の台風の通過進路とした。また、線である台風の通過進路に一定の幅をもたせるため、通過進路から半径0.1度(平均約10.3km)の範囲に含まれる部分を台風中心の通過範囲とした。これによりメッシュの幅も含めた台風中心の通過範囲は概ね幅60km以下となり、台風の中心位置の確度の階級である「正確」(2)の範囲内に含まれることとなる。

このようにして台風の通過範囲を台風の強さごとに描画し、その通過範囲が含まれるメッシュをある強さ以上の台風が1回通過したと考え、この作業を解析範囲に含まれる301個全ての台風について行うことによって、台風の強さごとの再来周期を求めることとした。

しかしここで、今回用いたメッシュは距離が等しいメッシュではなく、緯度経度が等しいメッシュであり、低緯度ほど同じ経度幅でも距離が長くなる、即ち、低緯度ほど1つのメッシュの面積が大きくなり、台風の通過範囲が1つのメッシュに含まれる確率が高くなる、という問題が生じる。メッシュと同様に台風の通過範囲の半径も実際は緯度によって変わるため、ある単位面積における台風の再来周期を求める場合、それぞれの面積を等しくする

表-1. 台風の強さ区分

1000 hPa ~	全ての台風
990 hPa ~ 999 hPa	↓
980 hPa ~ 989 hPa	
970 hPa ~ 979 hPa	
960 hPa ~ 969 hPa	以下の台風
950 hPa ~ 959 hPa	-----950hPa 台
925 hPa ~ 949 hPa	↓
900 hPa ~ 924 hPa	以下の台風
~ 899 hPa	↓

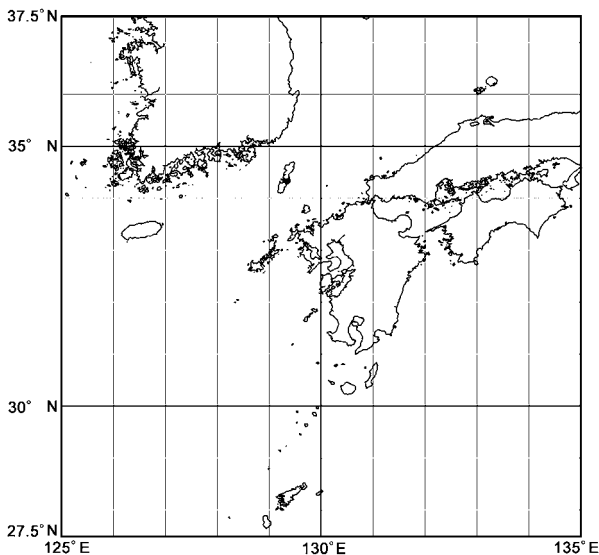


図-2. 解析対象範囲

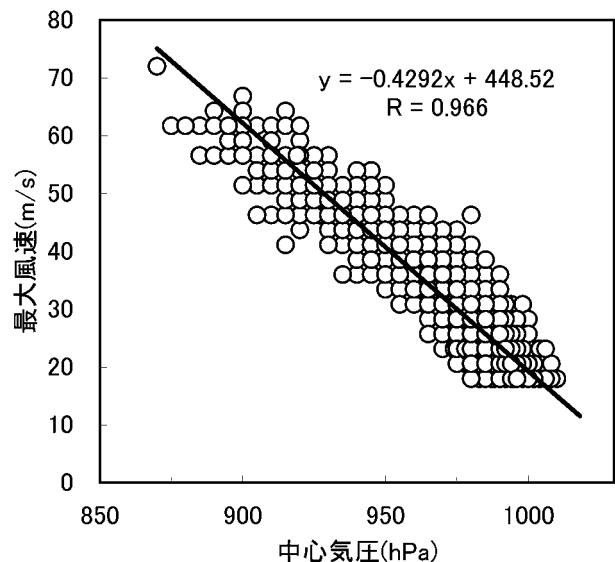


図-3. 台風の中心気圧と最大風速の関係

表-2. メッシュの平均北緯と補正係数

No.	平均北緯 (度)	経度1度の 距離 (km)	補正係数	No.	平均北緯 (度)	経度1度の 距離 (km)	補正係数	No.	平均北緯 (度)	経度1度の 距離 (km)	補正係数
1	37.375	88.57	1.061	15	33.875	92.52	1.016	29	30.375	96.12	0.978
2	37.125	88.87	1.058	16	33.625	92.79	1.013	30	30.125	96.37	0.975
3	36.875	89.16	1.054	17	33.375	93.06	1.010	31	29.875	96.61	0.973
4	36.625	89.45	1.051	18	33.125	93.32	1.007	32	29.625	96.85	0.970
5	36.375	89.73	1.047	19	32.875	93.58	1.004	33	29.375	97.09	0.968
6	36.125	90.02	1.044	20	32.625	93.85	1.001	34	29.125	97.32	0.966
7	35.875	90.31	1.041	21	32.375	94.11	0.999	35	28.875	97.56	0.963
8	35.625	90.59	1.037	22	32.125	94.36	0.996	36	28.625	97.79	0.961
9	35.375	90.87	1.034	23	31.875	94.62	0.993	37	28.375	98.02	0.959
10	35.125	91.15	1.031	24	31.625	94.88	0.991	38	28.125	98.25	0.957
11	34.875	91.43	1.028	25	31.375	95.13	0.988	39	27.875	98.48	0.954
12	34.625	91.70	1.025	26	31.125	95.38	0.985	40	27.625	98.70	0.952
13	34.375	91.98	1.022	27	30.875	95.63	0.983				
14	34.125	92.25	1.019	28	30.625	95.88	0.980				

ための補正をしなくてはならない。

そこで、今回緯度による経度幅の差異を基に補正係数を求め(表-2)、メッシュの面積に対して、台風の通過範囲に対する補正を行うため、あるメッシュにおける台風の通過個数に対し、緯度に応じた補正係数の2乗を掛けることで、同一面積、同一台風通過範囲の値になるよう補正を行い、この補正を行った台風の通過個数を、再来周期を求める際の通過個数とした。従って、台風の再来周期は以下の式で表される。

$$RP_{tsl} = \frac{T}{N_{ts} \times r_i^2}$$

RP_{tsl} : 台風の再来周期 (年 / 回)

T : 解析期間 (年)

N_{ts} : 解析期間におけるある強さ以上の台風の通過個数 (個)

r_i : 緯度による補正係数

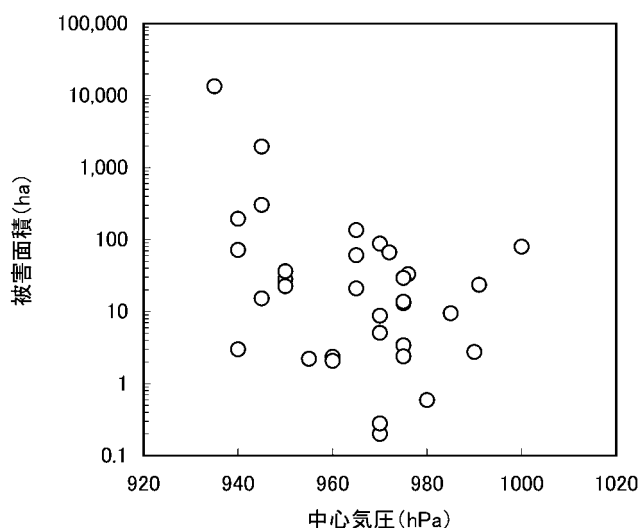


図-4. 福岡県における各年の最も低い中心気圧で接近した台風の中心気圧と風水害被害面積の関係

また、福岡県における各年の風水害被害面積と、その年に襲来した台風の内、福岡または飯塚からの半径200kmの円内を通過した台風の中で、最も中心気圧が低かった台風の中心気圧との関係を見てみると、台風によるまとまった被害は中心気圧975hPa付近から顕著になり、甚大な被害は中心気圧950hPa以下で生じていることが分かった(図-4)。従って、台風の再来周期の推定には、全ての台風・970hPa台以下の台風・950hPa台以下の台風、の3つのパターンに分けて推定を行うこととした。なお中心気圧と風速の関係であるが、970hPa台以下の台風は最大風速およそ30m/s、最大瞬間風速40m/s以上に相当し、950hPa台以下の台風は最大風速およそ40m/s、最大瞬間風速50m/s以上に相当するものである(図-3)。

IV. 結果と考察

1) 台風再来周期の空間的分布

1951年～2007年の57年間における、全ての台風・970hPa台以下の台風・950hPa台以下の台風についてそれぞれ再来周期を求めたところ、全ての台風では九州本土全域で台風の再来周期にそれほど大きな違いは見られなかった(図-5)。しかしながら、970hPa台以下の台風の再来周期では、九州の南部と北部の間で明確な差が見られるようになった(図-6)。更に、950hPa台以下の台風について見てみると、九州の南北の差だけでなく、九州の東西での差も明確に見られることが分かった(図-7)。

緯度と台風再来周期の関係を具体的に把握するために、九州・山口地方の各気象台における緯度と、気象台が含まれるメッシュにおける台風再来周期の関係を図-8に示した。なお、この図において台風の通過個数が0個だった場合は便宜上再来周期100年のライン上にプロットしている(以下同様)。

この図より、北緯32.5度を境として、九州の南北で台風の再来周期に格差があることが分かった。また、この傾向は全ての台風ではあまり明確ではないのに対し、970hPa台以下の台風ではや

や明確に、そして950hPa台以下の台風では非常に明確となり、強い台風ほど北緯32.5度を境とした南北の格差が大きいたことが分かった。950hPa台以下の台風の最大瞬間風速は50m/s以上に相当し、この結果は瞬間風速50m/sの強風の再現周期は北緯32.5度を境に九州の南北で格差が生じる、とした齊藤ら(3)の結果と類似した結果を示している。但し、北緯32.5度より北の地点にお

いても台風再来周期がそれほど長くない地点もあり、台風再来周期は単純に緯度方向の格差だけではないことが示唆される。

次に、経度と台風再来周期の関係を具体的に把握するために、九州・山口地方の各気象台における経度と、気象台が含まれるメッシュにおける台風再来周期の関係を見てみたところ、東経130.5度を中心として東西に離れるほど台風の再来周期が長くな

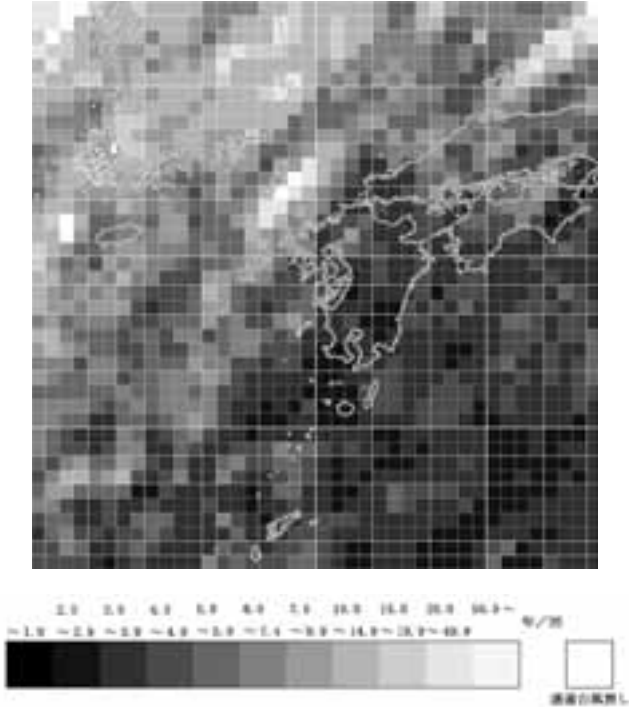


図-5. 1951年~2007年における全ての台風の再来周期

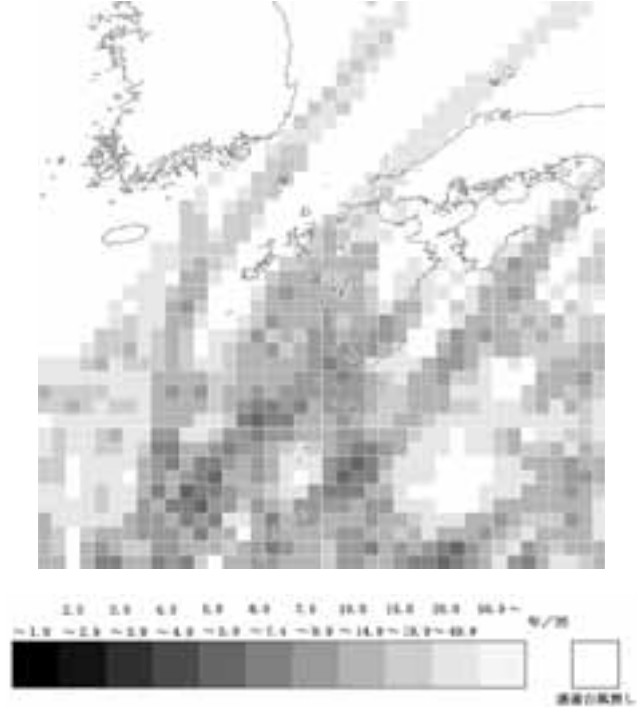


図-7. 1951年~2007年における950hPa台以下の台風の再来周期

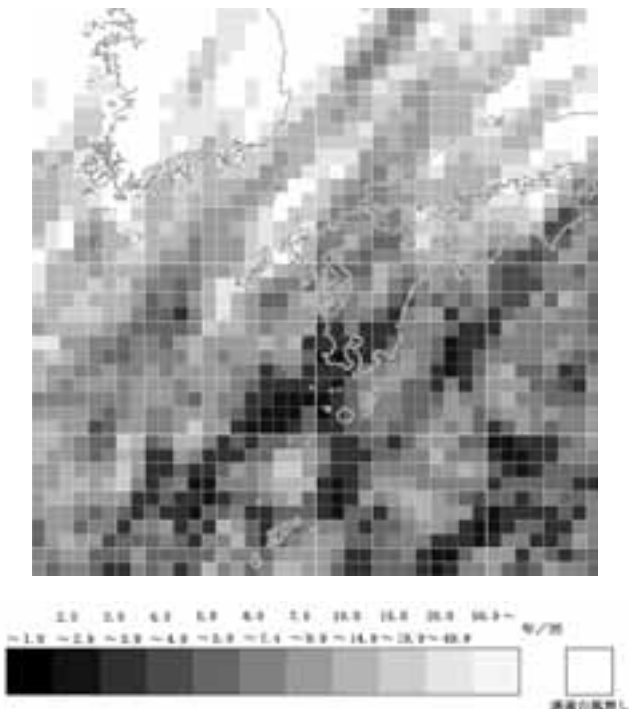


図-6. 1951年~2007年における970hPa台以下の台風の再来周期

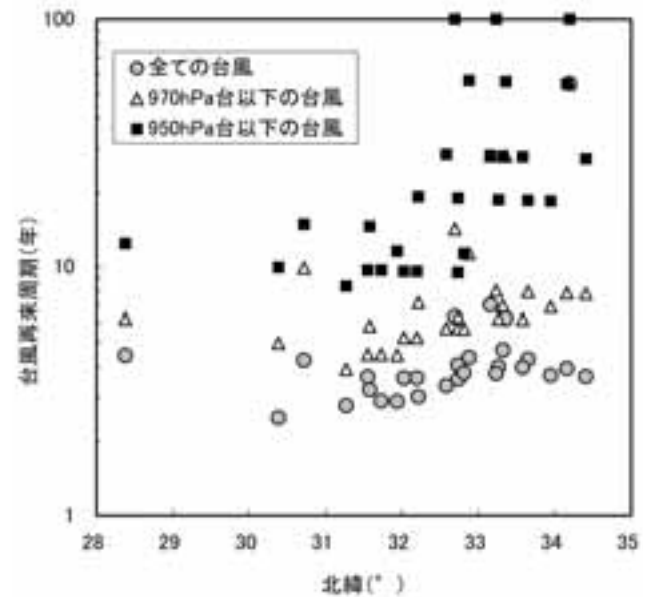


図-8. 1951年~2007年における九州・山口地方の各気象台の緯度と台風再来周期の関係 (台風の通過個数が0個の場合は、便宜上再来周期100年のライン上にプロット)

る傾向が見られた(図-9)。この傾向も緯度の場合と同様に強い台風ほど明確であり、台風の再来周期には緯度方向だけでなく、経度方向においても格差があるということが確認された。

このように強い台風ほど明確に緯度方向だけでなく、経度方向においても大きな格差が見られたことは、強い台風ほど、その進路に大きな特徴があるということを示唆するものである。そこで950hPa台以下の強い台風における、再来周期が比較的短い範囲に注目すると、九州付近で南西～北東方向に幾つかの帯状に広がっており、強い台風の進路はある程度限定されていると考えられる(図-7)。

1つは九州の南海上を四国方向に進むもので、これは奄美大島・屋久島・種子島などに影響を与えるが、九州本土にはそれほど大きな影響を与えないと思われる。

もう1つは九州本土に南西側から直撃する台風で、このコースが九州本土に最も影響を与えるものと思われる。その中でも九州南部と九州北部を通過する台風は強い勢力のまま九州を通過する傾向があり、このコースをとる台風には最も注意を払う必要があると思われる。一方、九州中部に直撃する台風は急速に勢力が衰える傾向があり、これが強い台風の再来周期に経度方向の差をもたらしている要因の1つだと考えられる。

最後の1つは朝鮮海峡を通過する台風で、この進路をとる台風は対馬に大きな影響を与えるが、九州本土には直接大きな影響は及ぼさないとと思われる。また、九州本土に直撃する進路と朝鮮海峡を通過する進路に挟まれた、九州北西部から対馬海峡にかけては強い台風だけでなく、比較的弱い台風も含めて台風の再来周期の長い範囲が広がっており、これが台風の再来周期に経度方向の差をもたらしているもう1つの要因だと考えられる。即ち、九州の東部～北東部は地形的に勢力の強い台風が襲来しにくい条件を備えており、一方で九州の北西部は台風の進路自体の問題で台風が襲来しにくいものと考えられる。

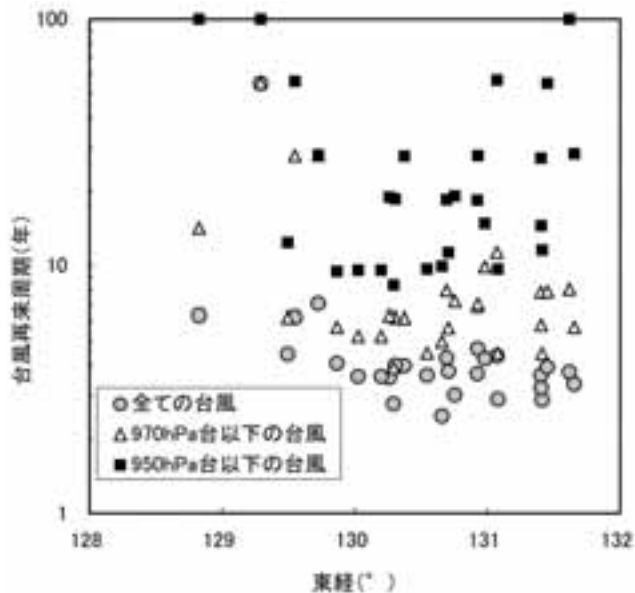


図-9. 1951年～2007年における九州・山口地方の各気象台の経度と台風再来周期の関係(台風の通過個数が0個の場合は、便宜上再来周期100年のライン上にプロット)

九州北西部のこれらの範囲でなぜ台風の再来周期が長いのか、その理由ははっきりしないが、九州における台風の再来周期は緯度方向だけでなく、経度方向にも格差があることが示された。従って、九州において台風のリスクを考慮した森林施業を行う場合、緯度方向の台風再来周期だけでなく、経度方向における台風再来周期の格差も考慮する必要があると考えられる。

2) 台風再来周期の時間的变化

解析期間を前半の29年(1951年～1979年)と後半の28年(1980年～2007年)に分けてそれぞれ台風再来周期を求め、台風再来周期が時間と共にどう変化してきているのかを調査した。なお、それぞれの期間における解析対象範囲を通過した台風の個数は前半163個、後半138個であった。

その結果、前半の29年では全ての台風においても九州の南北で再来周期に1%水準で有意な差が見られたのに対し、後半の28年では緯度方向の再来周期に有意差は見られなかった(図-10)。また、後半においては前半に比べて再来周期の短い範囲がより北側まで分布しており、このことは、以前より北寄りの進路をとる台風が増えてきたことを示している(図-11a, 図-11b)。

この傾向は950hPa台以下の台風でも同様に見られたが、特に後半において950hPa台以下の台風の再来周期が、九州北部～日本海沿岸にかけて非常に短くなってきていることが注目される(図-12a, 図-12b)。

緯度と台風再来周期の変化を具体的に見てみると(図-13a, 図-13b)、前半の29年では北緯32.5度を境とした南北の再来周期の格差が弱い台風まで明瞭に見られたのに対し、後半の28年では逆にその格差が不明瞭になってきていることが分かった(表-3)。

図-14は九州・山口地方の各気象台の緯度と前半29年の台風再来周期に対する後半28年の台風再来周期の割合を示したものであるが、この図からも分かるように、北緯32.5度付近より南では前半と後半で台風の再来周期にそれほど大きな差がないのに対し、32.5度より北では、再来周期の変化が大きく、特に強い台風ほど顕著に再来周期が短くなる傾向が見られた。

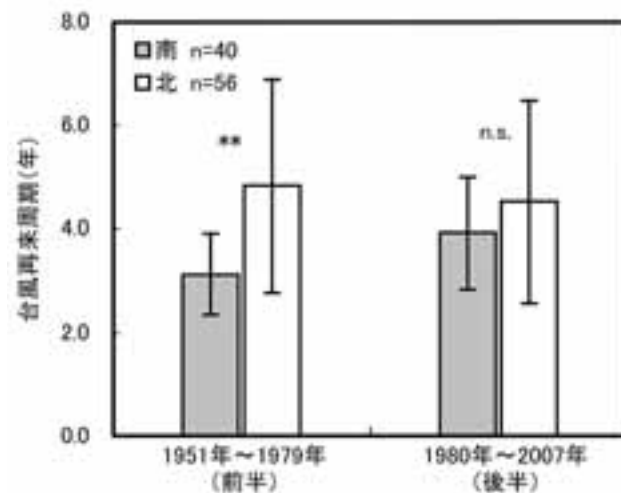


図-10. 九州本土が含まれるメッシュにおける北緯32.5度を境とした南北による台風再来周期の平均値(垂線は標準偏差を示す)

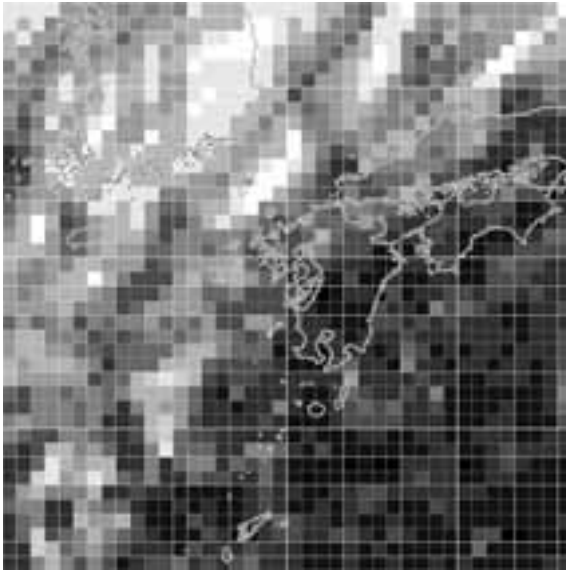


図-11a. 1951年～1979年(前半)における全ての台風の再来周期

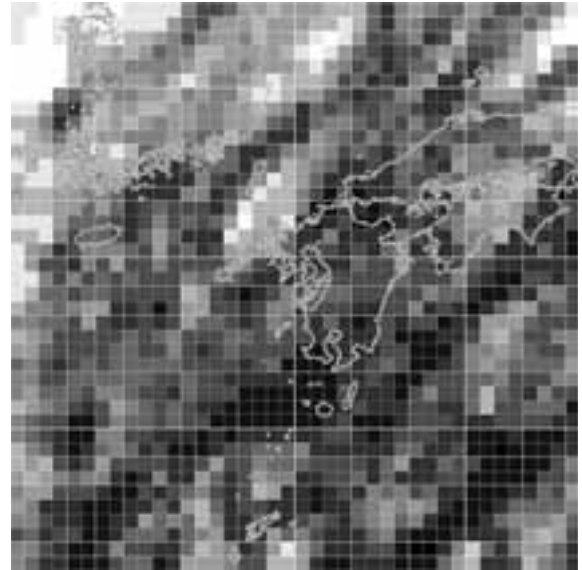


図-11b. 1980年～2007年(後半)における全ての台風の再来周期

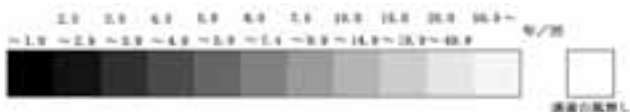
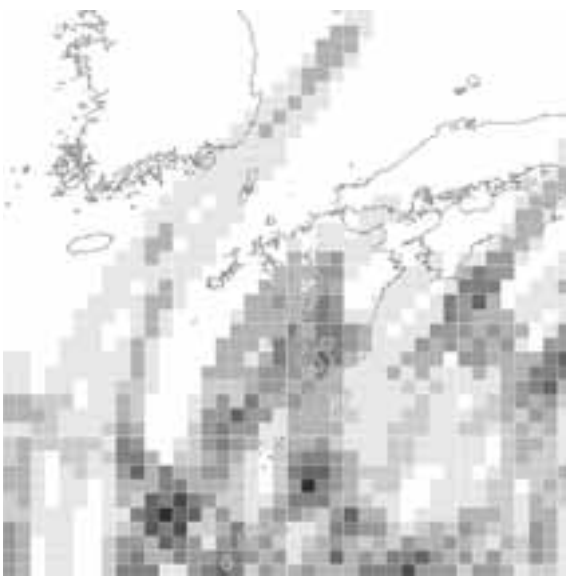


図-12a. 1951年～1979年(前半)における950hPa台以下の台風の再来周期

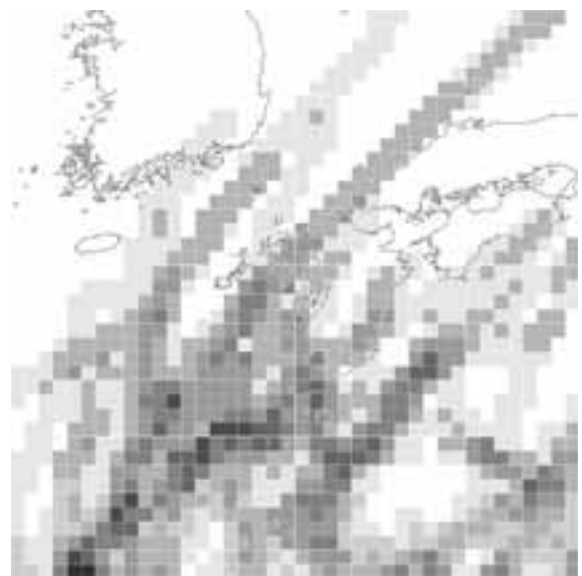


図-12b. 1980年～2007年(後半)における950hPa台以下の台風の再来周期

同様に経度と台風再来周期の変化を具体的に見てみると(図-15a, 図-15b), 前半29年では経度方向の明瞭な傾向が見られなかったのに対し, 後半28年では東経130～130.5度を中心に東西に離れるほど台風の再来周期が長くなるという傾向が見られた(表-3)。図-16は九州・山口地方の各気象台の経度と前半29年の台風再来周期に対する後半28年の台風再来周期の割合を示したも

のであるが, この図からも分かるように, 東経130～130.5度を中心に強い台風ほど明瞭に再来周期が短くなる傾向が見られた。なお, この図に示す破線に沿う地域において, 東経130.5度より東側で950hPa台以下の台風における再来周期が極端に短くなっている地点が見られるが, これらは九州北部から日本海沿岸にかけての地域であり, この地域を通過する強い台風が増えてきたこと

表-3. 緯度経度によって分類した場合の年代別台風再来周期の平均値

		緯度方向				経度方向					
		1951年～1979年		1980年～2007年		1951年～1979年			1980年～2007年		
		南	北	南	北	西	中央	東	西	中央	東
全ての台風	平均	3.13	10.61	3.70	5.81	21.64	4.16	3.34	9.69	3.52	4.00
	標準偏差	0.64	23.10	0.82	5.80	38.44	1.43	0.86	8.83	0.67	1.08
970hPa台 以下の台風	平均	6.26	21.89	5.36	9.79	45.55	8.14	6.72	14.60	5.37	7.83
	標準偏差	1.58	30.18	2.25	7.37	43.19	2.46	2.28	10.32	2.08	3.85
950hPa台 以下の台風	平均	12.42	72.85	18.48	35.49	71.71	34.05	58.51	43.07	18.62	35.95
	標準偏差	2.99	38.21	27.19	37.38	43.84	36.49	44.67	44.65	24.00	39.91

南：北緯32.5度未満北：北緯32.5度以上

西：東経130度未満中央：東経130度以上131度未満東：東経131度以上

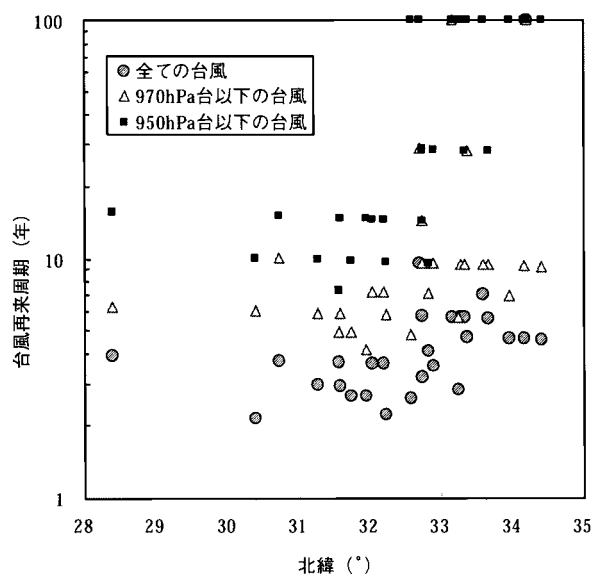


図-13a. 1951年～1979年（前半）における九州・山口地方の各気象台の緯度と台風再来周期の関係

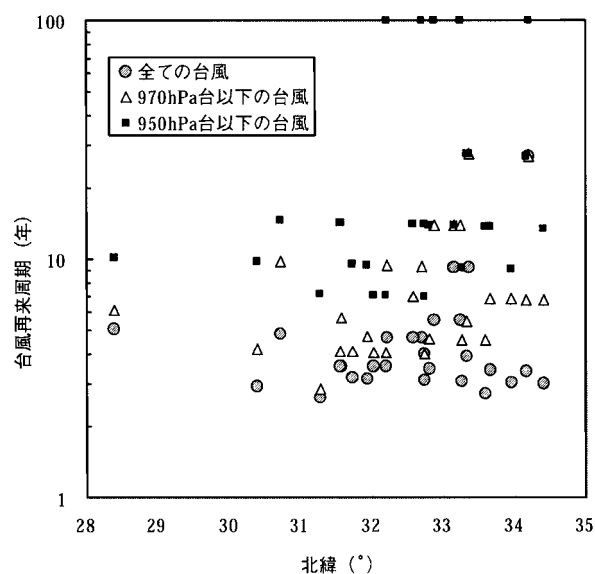


図-13b. 1980年～2007年（後半）における九州・山口地方の各気象台の緯度と台風再来周期の関係

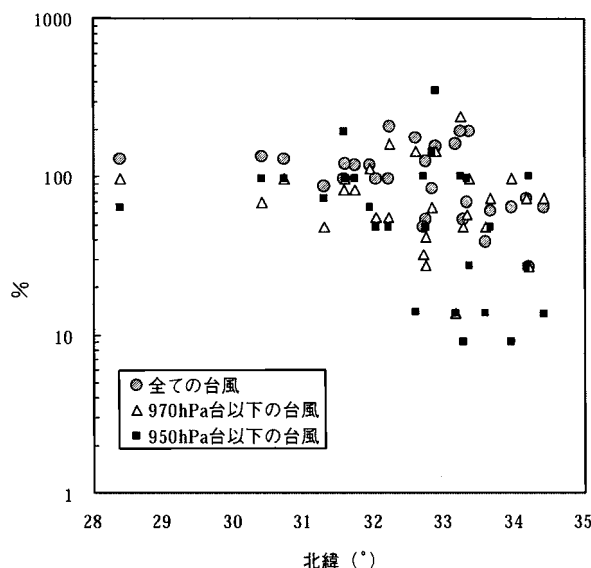


図-14. 九州・山口地方の各気象台の緯度と前半の台風再来周期に対する後半の台風再来周期の割合

を反映しているものだと考えられる。

以上のことより、九州における台風の再来周期は、以前に比べて北緯32.5度より北でなお且つ東経130～130.5度を中心とする地域で、特に強い台風ほど明瞭に短くなってきているということが分かった。この緯度経度の条件に該当する地域は佐賀や福岡を中心とする九州北部であり、従って、これらの地域ではこれまで以上に風害が発生しやすい条件下にあることを考慮した上で、台風のリスクを考慮した森林施業を行う必要があるのではないかと考えられる。

V. おわりに

本研究では、台風の最終解析結果（ベストトラック）を用いて、九州に襲来した1951年～2007年の過去57年間に及ぶ台風の進路や強さに基づいた、台風再来周期の地域的特徴を空間的・時間的に調査した。その結果、空間的には北緯32.5度で南北に台風の再来周期に格差があること、また緯度方向の格差だけでなく、東経130～130.5度を中心として東西に離れるほど再来周期が長くなる、という経度方向の傾向があることも示された。

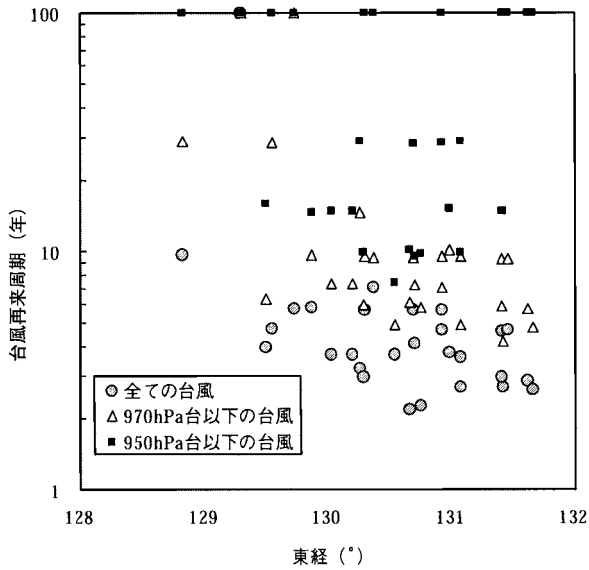


図-15a. 1951年～1979年（前半）における九州・山口地方の各気象台の経度と台風再来周期の関係

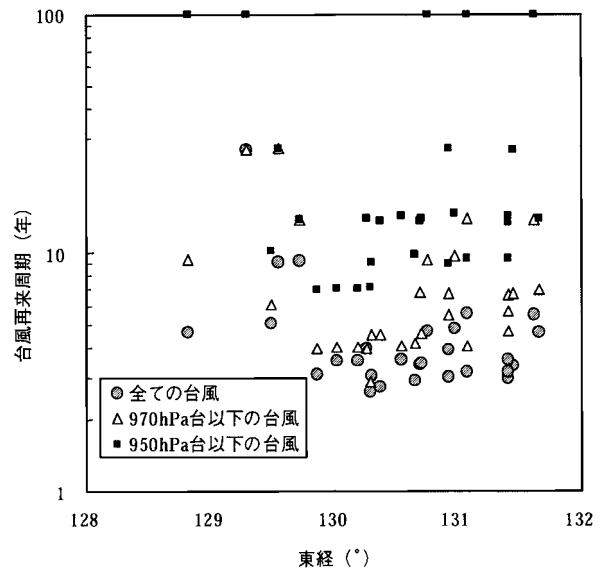


図-15b. 1980年～2007年（後半）における九州・山口地方の各気象台の緯度と台風再来周期の関係

一方、時間的には、過去に比べて近年北緯32.5度より北で、なおかつ東経130～130.5度を中心とする地域で、台風の再来周期が明瞭に短くなってきているということが分かった。また、これらの傾向は強い台風ほど明確であることが示された。

今回台風再来周期として算出された数値は、メッシュの取り方や、通過範囲の取り方によって数値が変わるため、施策指針などを作成する根拠としてこの数値をそのまま利用することは出来ないが、台風再来周期の地域的特徴という観点から、台風の再来周期に関する地域的な傾向を空間的・時間的に把握することが出来たことは評価できると思われる。

今回台風の強さとして風速ではなく中心気圧を用いたが、実際の台風は、①今回通過範囲として設定した範囲より広い暴風域を持っており、②その暴風域は中心気圧が低いほど広い傾向にあり、③進行方向の右半分でその範囲が広く、④なおかつ特に強い風が吹く傾向にあるなど、風速の特徴は今回のような中心気圧と気圧によって等しい通過範囲だけで一様に表現できるものではない。従って、今後は①～④の様な風速の特徴を踏まえた上で、台風の再来周期の地域的特徴を空間的・時間的に把握していきたいと考えている。

また、今回示されたこれらの台風再来周期における特徴は、これからの台風の進路傾向によっては、今後また大きく変化するものであると考えられる。従って今回示されたこれらの傾向がこれからも続いていくのかどうか、また大きく変化するのかどうかについては継続して調査して行く必要がある。そしてこれらの傾向が今後変わることがあるのであれば、それを事前に把握できないか、ということも含め、今後研究を行っていききたいと考えている。

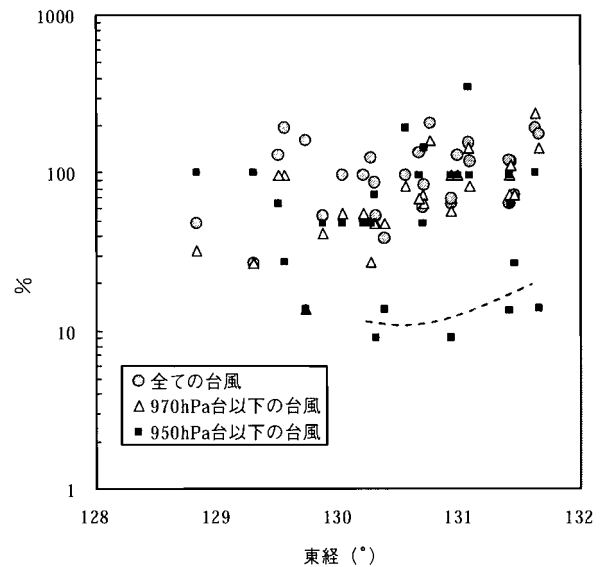


図-16. 九州・山口地方の各気象台の経度と前半の台風再来周期に対する後半の台風再来周期の割合

引用文献

- (1) 阿部友幸 (2007) 日林学術講 115 : P2 c26.
 - (2) 村山貢司 (2006) 台風学入門. 134pp, 山と溪谷社, 東京.
 - (3) 齊藤哲・小南陽亮 (2004) 日林誌 86 : 105-111.
- (2008年12月6日受付；2009年1月14日受理)