

都市計画と気象

奥田 穰*

1. はしがき

さて、今回の表題は都市計画である。大部分の都市はすでに計画を終わり、あるいは実施に移されているかも知れない。それらの計画が気象条件をどの程度考慮して作られたか、大変気になることであるが、わずかに拝見し得た二、三の例から見ると、いろいろ気象上から見て問題になる点が多いようである。

都市計画は人間が快適な、健康で平和な生活を営めるように、しかも、人間社会の維持発展の基盤として将来ともに有用な機能を持たせて作られる。現実の都市計画を見ると、都市構成美あるいは都市機能という点では大変よく検討されているようであるが、都市開発の基礎条件としての気象条件、およびそれと関連しあう自然条件について十分な検討がなされていないように思われる。

都市計画の内容にはいかなるものが含まれるだろうか。土木工学ハンドブックには、「都市の規模および性格に応じて、最も合理的の最高度に利用価値を發揮しうるような計画でなくてはならない。この目的を達成するために、土地の用途および容積的利用計画を根幹として、公共的施設の計画、すなわち、

街路、道路、鉄道軌道、河川、港湾、運河、飛行場、広場、公園、緑地、運動場、墓地、市場、塵埃処理場、屠場、上水道、下水道、防火、防水、防砂、防潮の計画が総合的に包括される」とある。

そして、自然調査の一項として気象条件および災害の可能性、歴史が指摘してあり、「土地区画整理」の中では自然条件の項で、雨量（最大日雨量、最大時雨量、年雨量、東北・北陸地方では積雪量）は区域内の排水計画を立てるために、風向・風速（卓越風の月別方向および平均風速・最大風速）は、都市の防火構築上特に火災復興の区画整理に重要であると記述されてある。

以上の事柄を前提として、都市計画において気象条件をいかに考慮していったらよいかを述べてみたい。

* 気象庁気象研究所 台風研究部第二研究室長

2. 災害と関連する気象現象

個々の気象要素について検討を加える前に、まず気象学的な検討を行なう。

気象条件の検討といえば、月平均値あるいは年平均値等による検討に終わりがちであるが、それだけでは不十分である。そこで、普通行なわれる検討の順序を変えて述べてゆきたい。

まず、過去における災害の歴史と、それと関連した気象現象を調べる。気象観測が開始されてから、まだ100年に満たないし、気象観測の記録がない都市もある。災害の歴史はできるだけ過去にさかのぼって調べられることが望ましい。

災害の記録は地域的にできるだけ詳細な記録から取る方がよいが、かといって地域全体、あるいは県全体の災害の記録を考慮する必要がないとはいえない。県あるいは旧藩時代の領土内の記録から、県全体の災害発生のすう勢を把握することができる。それゆえ、災害の歴史はつぎのような手順で行なえばよい。ただし、ここでは気象災害についてのみ取りあげる。

① 旧藩領あるいは県全体の災害発生状況を調べる。これには地方気象台で編さんした災異誌、あるいは災害年表を参照されるとよい。史料を基にして、県内の災害を概観するのに便利である。一般に市販されていないと思われるが、気象台や県では持っているはずである。

② 対象都市内の災害記録を同様にして調べる。この場合には、城下町など昔の政治経済の中心地の発展した都市では、地域内の割合詳細な記録を入手することが可能である。

③ 明治以降に急速に発達した都市では、旧幕時代の記録がない場合が多い。そのときには、明治以後の災害記録を調べる。

④ 以上の調査によって、記録の入手状況はつぎのようになる。

- a) 旧幕時代からの災害記録があり、気象観測も行なわれてきている都市
- b) 旧幕時代からの災害記録はあるが、気象観測が行なわれていない都市
- c) 旧幕時代からの災害記録はなく、明治時代からの災害記録があり、気象観測が行なわれていない都市
- d) 災害記録は同様で、気象観測が行なわれてきている都市
- e) 災害記録も気象資料も全然ない場合（新しい都市作りのときの極端な場合）
- f) 災害記録はないが、気象資料はある場合（このよ

うなことはほとんど考えられないだろう)

以上のような組み合わせが考えられる。e), f) は特殊な場合であり、別に考察する。

④ 入手した災害記録は、つぎの手順で考察を加える。

この調査を行なうに当って、気象以外に、自然条件では地質、地形、河川の現状だけでなく、過去における変化の状態とその時期を調べることが大切であるし、部落形成、土地利用、水利用状況の変化等の社会条件についても調べることが大切である。気象現象の現われ方は、その細部はわずかな地形や地表面の変化によっても影響を受けるが、現象の大勢はほとんど影響を考慮することができない程度のものである。特に昔から現われている災害と関連する気象現象については、その影響を無視してもさしつかえない。それゆえ、もし他の自然条件、社会条件が全く昔と同様であれば、同様の気象現象が現われた場合には同様の災害現象が発生するはずである。しかし、気象条件以外は、すべて昔とは違ってきている。変化がきわめて緩慢であるという地質条件にしても、長い年月の中に、風化作用によって違ってきているはずである(地質のことはよくわからないが、風化作用の進行は岩石の性質によっても違うだろうし、その土地の気象条件と表層地質の変化との関係はわかっていることなのだろうか)。

(1) ④のa)の場合

まず、明治以後の災害資料と気象現象との対比表を作成する。気象現象には、台風、低気圧、前線(寒冷前線、温暖前線、停滞前線(梅雨前線、秋雨前線))、雷雨、突風、季節風等があげられよう。また、気象要素としては、雨量(総雨量、日雨量、時間雨量)、風向、風速(平均、瞬間)、降雪量および積雪量等があげられるし、気象現象にもなつて発生した海象として、高潮、波浪があげられる。また、寒冷地特有の寒害や凍上害との関連で、気温(平均および最低、最高)が必要となるし、高潮との関連で気圧も必要となる。

つぎに、災害の発生状況(その強度、分布)と気象現象の強度との対応を調べる。災害の発生は微地形と密接な関係を持っているので、風害地形や水害地形を気象現象の強度と関連づけて知ることが大切である。この調査に当って、気象現象の強度を明らかにすることが困難な場合が多い。特に昭和28年以前の災害については困難である。それゆえ、詳細な調査は昭和30年以後について行ない、その成果を基にして過去の大きい災害で、災害発生の地域的細部にわたる記録のあるものの分析を行なうということがよいと思われる。

災害現象と気象現象との関係しかた、パターンが明らかになった後に、旧幕時代までさかのぼり、災害記録か

ら逆に気象現象の強度を推定する。この際、地形地質等の自然条件や土地利用・水利用等の社会条件の違いによる災害の発生の違いも明らかにすることが大切である。

以上の調査は大変むずかしいことであり、それ自体調査というよりは研究であるといえるが、このような調査によって、はじめて過去の災害資料の検討が都市計画に生きてくるのではないだろうか。

(2) ④のb)の場合

気象台、測候所はないが、気象台の区間観測所あるいはその他の観測施設によって、まがりなりにも観測資料がある場合と、全然ない場合とあるだろう。

検討の手順は(1)と変わらない。気象現象との対比は、気象台のものを使用すればよい。問題は気象要素であるが、区内観測所の場合には、日雨量、9時か10時の風向、風力、気温と天気があるだけである。それゆえ、対比表には、区内観測所等による資料がある場合には、その観測値と最寄りの気象台、測候所の値とを同一表に入れて作表する。

全然気象観測値のない場合には、最寄りの気象台、測候所の値を用いる。気象現象を与えて、対象地域に現われる風、雨その他の災害と関連する要素の分布を推定し、推定値を基にして災害との関係を明らかにすることは最も論理的であるが、誤差が大変大きくなる恐れがある。むしろ、現段階では気象台、測候所の値を使つて、災害との対応を統計的に吟味し、その気象学的裏付けを明らかにするために、気象現象を与えて物理的に解く方法を使用した方がよいと考える。後はa)と同様の検討を加える。

(3) ④のc)の場合

(2)と同様の手順を適用する。また、近接都市の中で旧幕時代からの災害記録のある都市の災害と対象都市の災害との関係を求めて、過去の大災害発生の規模とその状態、そのときの気象状態を推定する。

(4) ④のd)の場合

まず、④のa)と同様の手順を適用し、つぎに、旧幕時代からの災害記録のある都市の災害と対象都市の災害との関係を求めて、過去の大災害発生の規模とその状態、そのときの気象状態を推定する。

3. 新しい都市作りの場合の気象条件の設定の仕方

全く気象観測記録もなく、災害記録も不確かというような条件の中で、新しく都市建設をしようという場合がある。作って行けば都市はできあがるが、災害がどのような状態で発生するかを知らないで作った場合には、防災上由々しき状態が起こりかねない。その場合にいかな

る手順で気象条件を設定するかを考察しよう。

a) 少なくとも1カ年間調査観測をすること

日本国内のどの地域でも、現実に気象観測資料や災害記録がないときでも、その対象地域の気象条件がどんなものかを推定することは可能であり、それを基にして災害の発生条件を推定することができる。しかし、その場合相当の誤差を覚悟しなければならないので、その誤差をできるだけ少なくするために、少なくとも1カ年間の調査観測をすることが望ましい。観測する気象要素は気温、風向、風速、湿度、降雨量、降雪量、積雪、霧等、工業都市建設にはさらに逆転層の観測が必要となる。降水量の観測は5km間隔に1カ所程度の最大間隔をとるのが望ましい(豪雨をもたらず雨雲のスケールがほぼ同じ程度)。風向、風速は、地形の影響を非常に受けるので、平野部ならばそれほど神経を使う必要はないが、臨海都市の場合、狭さく部のある場合、丘陵地をもっている場合には、地形の影響を考慮した風向風速計の配置を考えなければならない。特に工業都市の場合には、高度約300mまでの風が非常に問題となるし、海陸風の吹き方や逆転層形成の状態等まで調査しなければならない。気温や湿度は普通気象観測の程度でよいが、工業都市の場合には大気低層の気温の高度分布の測定も必要となるだろう。臨海都市の場合には、さらに高潮や波浪の観測も行なうことが望ましい。

b) 観測資料の解析

台風、低気圧、前線(寒冷前線、温暖前線、停滞前線、梅雨前線)、雷雨、季節風、高気圧等の移動経路、強さの規模によって分類し、近接気象観測所の資料を併用して、上記気象現象ごとの対象地域における気象条件を明らかにする。その手法は関東地方や近畿地方というような中規模スケールのものから、東京都内あるいは京葉工業地帯というような小規模スケールの気象現象を解析する手法を用いる。上記現象の中で雷雨は小規模スケールの現象であり、その他は総観スケールといている。総観スケールの現象は、普通の天気図によって見出すことができるし、平均的な気象要素の変化模様や分布がよくわかってきている現象である。それゆえ、このわかってきている現象の変化に対応して、小規模な対象地域での気象変化が平均からどの程度偏倚するか、地形の影響によってどのような乱れ現象が発生するかを見出すのが解析の目的である。そうすることによって、天気図で判断できる現象から対象地域にどの程度の強度で分析するかを推定することが可能となる。

わずか1カ年間の資料ではあるが、以上の手順によって四季の現象が対象地域にどのような強度をもって影響を与えるかを知ることができるし、仮にその期間内に発達した台風や低気圧が近接して通らなかった場合でも、

1年間の資料を基にして、そのような場合の気象状態を推定することが可能となる。

c) 風洞実験

風洞実験は相似がいつでも問題になるが、上記の観測資料を基にした解析をさらに吟味するという立場で行なう場合には、大変有効なものである。風洞実験で実際の大気中における現象を再現することの困難さは、大気中では必ず温度成層があるのと、水蒸気を含有していることである。温度成層を持ち、風速分布も一律でない風洞を作ることは困難とされていたが、最近この種の風洞を作ることができるようになったということである。そうなれば、相似をわずかでも高めることができるわけで、われわれの目的からは大変役に立つものと思われる。

また、電子計算機による数値実験も可能な状態になってきた。これらの実験を解析結果と総合的に解析することによって、現在の気象学の段階における最終的な検討が終結することとなる。

4. 個々の気象要素に対する調査

2. では災害発生の気象条件を明らかにする調査について述べた。この節では、計画と関連する気象要素の吟味のしかたを述べよう。しかし個々の気象要素の吟味は、前回までにおいてすでに詳細に述べてきたところである。ただ、都市計画の場合には、河川計画、上・下水道計画、道路・交通、港湾等の計画が個々独立にあるのではなく、総合的に相関連しあって計画されるものと思われる。それゆえ、現在存在している環境条件を大きく変革した場合に、どのような不都合が起こるかを中心に吟味すればよいのではないだろうか。そして、その手順はつぎのようになるだろう。

(1) 個々の計画の基本条件としての気象条件の策定

上記各計画の個々に対して与える基本の気象条件がまず問題になる。各計画に共通する気象条件は雨、風、それに海岸では高潮の最大値をいかに考えるかということだろう。それには、前節で述べた災害を与えた気象現象の最強のものを推定することから始めればよい。最多雨量を降らす気象現象と、最大風速を吹かせる気象現象は違う場合が多い。また、局部的に豪雨をもたらず場合と、関東地方一帯というような広範囲に大雨をもたらず場合とでも違いがある。上水道との関連して、無降水日数や四季あるいは年雨量最少の確率分布を水源候補地について求める必要がでてくる。特に現代の都市は個々に独立して存在しているのではなく、それぞれ相互に相関連づけて性格を持たされている。それゆえ、都市計画対

象地域だけでなく、広範囲に検討しておくことが望ましい。

つぎのように検討を加える。

- ① 広範囲に災害をおよぼすような場合の気象要素の分布の推定
- ② 部分的にはあるが激しい災害を与える場合の気象要素の分布
- ③ 暴風雨のような2種類以上の気象要素が複合して現われる場合の気象要素の分布

以上のような検討は、①は大河川の河川計画や超大型台風が日本を直撃した場合の気象条件の検討に該当し、②は中小河川あるいは下排水計画と関連するものである。③は台風等による暴風雨、冬季の低気圧通過後の季節風による暴風雪等の場合に当る。気象要素が複合して現われる場合には、影響も単一要素の場合より激しくなるので、特に調査しておく必要があるわけである。また、臨海都市では高潮や波浪等も考慮しなければならないので、そのためにも③の検討が必要となる。

(2) 個々の気象要素に対する検討

前項の調査だけで検討が完全であるとはいえない。われわれの方法・手段にまだまだ欠陥があるからである。それゆえ前回までに述べたような各計画に対する気象条件の検討を平行して実施することが必要である。都市計画の策定に当って、現在行なわれている方法のほとんどは、むしろこの方法によっているのではないだろうか。また、都市計画では都市機能に主眼を置き、気象条件は単に概観するだけにとどめておく。本格的な検討は各部分計画にまかすというように見える。くり返し述べるようだが、伊勢湾台風のような大型台風が狩野川台風時のような雨を来襲前面で降らせながら東京を直撃した場合を想定するとよいだろう。都市機能がほとんどあらゆる部面で停止するような事態が発生しないとも限らないのである。それゆえ、前項のような調査が必要となる。

個々の気象要素に対する検討は、各計画個々に対して行なうと同様の方法を行なえばよいので、詳細は省略する。ただ、風については最大風速や卓越風向だけでなく、風向ごとの強風の吹き方、竜巻現象の発生しやすい地域などの調査が必要となるだろう。

5. 都市計画実施後の気象条件の変化に対する検討

都市計画が実施された後には、実施前の状態とでは地表面の状態が違われ、熱に關係する諸要素が違ってくる。地表面の状態が違えば、地表風の吹き方にも微妙な違いが出てくるし、熱に關係する諸元の違いは単に温度分布にだけでなく、気流の収束条件にも微妙な影響を与える。それゆえ、都市計画が実施された後に現在の気象条件がどう変化するかを事前に検討しておくことが大切である。地表面の状態によって風の吹き方がいかに変化するかについては、風の章および道路や鉄道などの章をご覧願いたい。熱の条件の変化による影響について若干の例を述べて参考としたい。

札幌市は冬季の暖房による煤煙の被害を受けて困まっているし、アメリカの諸都市においても市街地が郊外よりも大気汚染の被害を受けて困まっている。これらの気象条件を解析して見ると、都市内では暖房その他によって熱量の大気中への放出が郊外よりも多量であり、都心の気温が周辺より高くなる。そのために周辺から収束する気流が発生して都心の大気汚染を激しくする。その影響が現われていることがわかった。実例としてプラハの1800年以後20年ごとの平均年霧日数を表-1に示す。

プラハは19世紀半ばから工業都市として目覚ましい発展をした都市であり、人口

期間	1800-20	20-40	40-60	60-80	80-1900	1900-20
霧日数	83	80	87	79	158	217

(B. Hrudíčka による)

も1900年の約20万人が1930年には約85万人という膨張を示したところである。都市の膨張、工業の発展が霧日数の増加に影響していることが明らかであろう。盆地や気流の収束しやすい地形のところでは、自然の状態でも霧が発生しやすい。大気汚染によって発生した大被害の実例(死亡者多数)を見ると、いずれも気流の収束滞留しやすい自然条件のところである。それゆえ、事前の調査では過去の資料を中心にした調査のほかに、計画完成後の微妙な気象条件の変化にも十二分な注意が肝要となるわけである。

第13回海岸工学講演会講演集頒布

標記の図書が土木学会より刊行されました。本書は去る12月5~6の両日仙台市で行なわれた第13回海岸工学講演会に発表された52点の講演をとりまとめた講演集です。ご希望の方は土木学会へお申込み下さい。

体 裁 : B5判 320ページ
定 価 : 2200円
送 料 : 150円