

5. 日本および東アジアにおける天候を考慮した交通施策に関する基礎的研究 A Basic Study on Transportation Policies Considering the Influence of Weather Condition.

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 56144 杉谷 芳宏

The weather has an influence on our daily life every day. The weather also has influenced on the transportation system. For example, it is difficult to use the bicycle and the motorcycle. In Japan, There is a "Rainy-Bus" system for the raining day but it is rare. In this paper, the influence of the weather on activity and mind are investigated by the questionnaire survey. In Japan, people are more uncomfortable in the "Getting Wet" than the transportation system when it is raining. So, it is effective to set up the transportation facility without getting wet (ex. Bus Stop, Underground Passage). In East Asia, there are differences in mind and activity by each country. In Manila and Taipei, there is a large influence on activity. But in Beijing and Dalian, there is a little influence.

1. 研究の背景と目的

我々の日常生活は、天候の影響を大きく受けている。たとえば、雨天時には外で運動をおこなったり遊びに出かけたりしなくなる。また、洗濯物が干せなかったりする。我々は、天候によって活動を変化しているのである。同様に交通システムも天候の影響を大きく受けている。たとえば、雨天時には自転車やバイクの利用が困難になり、別の手段を利用する人が多くなる。その影響で道路や鉄道が混雑して所要時間が増加する場合がある。通勤・通学などは雨天時でも中止することのできない活動であるが、不必要な活動の場合は中止することもある。

このように悪天候時には好天時とは異なる状況になるため多くの人に不効用が発生するため、悪天候時を考慮した交通施策が必要である。にもかかわらず、交通計画で想定されているのは一般的に好天時の場合であり、悪天候時に対応した交通施策はきわめて少ない。また、悪天候時の交通行動の実態を調査した研究も少ない。そこで、本研究では具体的な悪天候である『雨天時』に着目して、現在すでに行われている雨天時に対応した交通施策についての調査と、人々の雨天時の意識

と実態について把握するためのアンケート調査を実施する。

また、東アジアの大都市では持続可能な交通計画の策定が急務であると同時に、日本と同様に雨天日の多い都市が多い。東アジア諸都市では雨天時には道路の冠水など、日本以上に雨天の影響が大きいと考えられ、これらの都市でも天候を考慮した交通計画が必要であると考えられる。その基礎として、東アジアの大都市についても日本同様のアンケート調査を実施することで各国を比較することにする。

2. 既存研究

まず、雨天時の活動の変化については、買物行動に着目した研究が存在する。この研究では、買物行動については雨天時に中止することが多い人は4割程度であることや、季節によっても来客数が変化することが述べられている。

道路交通に関しては、首都高速では交通容量が降雨によって概ね6%~10%減少すること、特に自由走行領域での速度低下が大きいと述べられている。また、一般道においても交通容量の減少、および駅へのアクセス道路の交通量の増加が指

摘されている。

最後に通勤・通学時の駅端末交通における晴雨時の違いを分析した研究では、雨天時には次のような変化がおこると述べている。

- ・ 自転車や二輪車利用者が極端に減少する。
- ・ 自動車利用者以外は所要時間が増加し、とくにバス利用者の所要時間の増加が著しい。
- ・ 満足度は大きく低下し、人々は交通機関にとても不満を感じる。

このように駅端末交通において、雨天は大きな影響を与えていることがわかる。

これらの研究から、活動や交通行動のいたるところに雨天時の影響が出ていることがわかる。

3. 雨天時交通施策の事例 ～レイニーバス～

雨天時対応型の交通施策としては遠州鉄道バスが行うレイニーバスが挙げられる。これは雨天時に利用客が増加する通学路線を主に対象としており、雨天日には通常の時刻表には掲載されていない臨時便の運行本数をさらに増加するものである。遠州鉄道バスでは、朝夕の混雑時には時刻表に掲載されていない臨時便を何本か運行している。これらは時刻には関係なく、バス停で待つ人の数が増えたときに随時運行している。すなわち、バス停で実際に待っている人数に合わせて柔軟に対応しており、結果として利用客はあまり待たず、混雑することなくバスを利用することが出来るのである。この臨時便の運行本数を雨天日にはさらに増加させている。これがレイニーバスと呼ばれるものである。これらは採算性よりも利用客の快適性や利便性を優先させた取り組みである。

4. アンケート調査

4-1. アンケート調査概要

アンケート調査では、次の5点について質問をおこなった。

(1) 日常の天候について

その都市において最も雨の降る月、最も雨の降らない月は何月であるか、その時の雨の降る頻度

および朝から雨の降る頻度について質問した。また、天気予報を見る頻度、雨具を持ち歩く頻度についても質問した。

(2) 日常の交通手段について

普段から利用する、または時折利用する交通手段は何であるかを質問した。またそれぞれの交通手段について、暑さ、寒さ、雨、雪、強風の5つの悪条件下で利用困難になるかについて質問した。また、交通手段に最も影響を与える天候は何であるかも質問した。

(3) 雨天時に不快と感ずることについて

雨天時には次の項目についてどう思うかを質問した。

- ・ なんとなく気分が不快
- ・ 洗濯等ができず不快
- ・ スポーツができず不快
- ・ 店が混雑して不快
- ・ 交通手段に影響が出て不快

さらに、交通手段への影響とは具体的にどのようなことであるかを調べるために、合わせて次のような質問をおこなった。

- ・ 濡れることが不快
- ・ 雨具等の荷物が増えることが不快
- ・ 所要時間増加が不快
- ・ 所要時間信頼性の低下が不快
- ・ 利用不可能な交通手段があって不快
- ・ 公共交通が混雑して不快

(4) 晴雨別の日常活動について

通学、買物、都心へ出かけるといった活動について、晴雨別の頻度、場所、交通手段、移動の満足度について質問をおこなった。

(5) 晴雨別の通勤・通学について

雨天時も基本的には中止することができない活動である通勤・通学について、起床時刻から始業開始時刻までのタイムスケジュールを晴雨別に質問した。

これらの回答から、各都市の特徴を把握し、雨天時交通施策の相対的な必要性を評価した。

4-2. アンケート調査対象

本アンケート調査は、東京大学およびアジアの10大学にアンケートを依頼した。それぞれの大学においての調査人数は、学生100名程度、職員30名程度とした。依頼した大学のうち分析開始時までの返送していただいた大学の所在する都市と回答数は表1のようになった。

表1 アンケート回答数

都市	学生	職員	総計
北京	80	19	99
大連	78	27	105
ソウル	77	2	79
台北	95	30	125
マニラ	32	10	42
ハノイ	107	30	137
東京	91	22	113
総計	560	140	700

4-3. アンケート調査の分析（東京）

アンケートでは6月が最も雨の多い月であるという回答が圧倒的であったが、東京では統計的には3月から10月までは3日に1日程度、1mm以上の降水を観測する日が存在する。すなわち、我々が感じている以上に雨天日は存在し、雨天時交通施策の必要性は高いといえる。

アンケート回答者の半数が毎日天気予報を見ると回答し、雨が降るといった情報を得ると雨具を持って出る。これは濡れることへの抵抗感の表れであると考えられる。

利用する交通手段については徒歩、自転車、地下鉄、鉄道が多くなった。

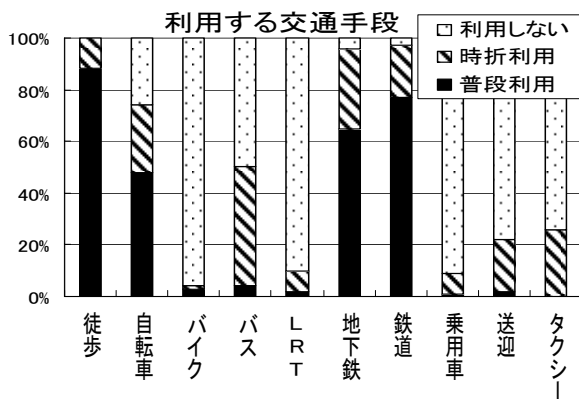


図1 利用する交通手段

これらのうち、自転車・バイクについては雨天時利用困難と回答した人が多い一方、地下鉄・鉄道はあめを含めたすべての悪天候に比較的強いことがわかった。乗用車については雨には強いが雪が降ると利用困難であると回答した人が多かった。

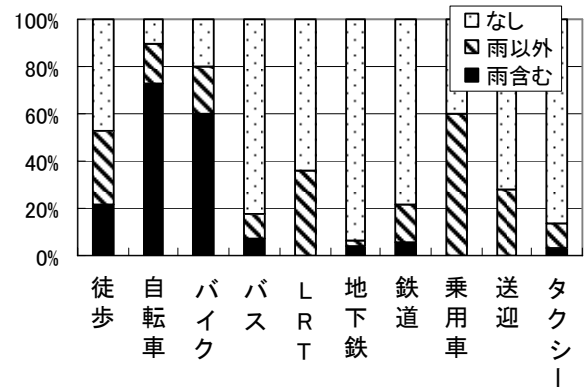


図2 利用困難な天候

雨天時の不快感については、『気分』、『交通』に対して強かった。『交通』の中身についての質問の結果では、所要時間の増加や信頼性減少よりも、濡れることや荷物の増加に対して不快と考える人が多かった。交通サービスの施策よりも、濡れずに移動できるような施策（例：交通結節点の施設の整備）がより求められていることがわかった。

表2 雨天時の不快感の平均

質問項目	平均	質問項目	平均
気分	-0.87	濡れる	-1.46
洗濯	-0.39	荷物増	-0.80
スポーツ	0.07	所要時間増	-0.52
店混雑	0.35	時間信頼減	0.04
交通	-0.58	不可能手段	0.07
		公共交通混雑	-0.53

(-2:とても不快 ~ 2:まったく思わない)

晴雨別の通勤・通学時のタイムスケジュールで、所要時間が増加すると回答した人は92人中37人(約40%)であった。この37人のうち23人(全体の25%)については、出発時刻を早めている。

すなわち、全体の4人に1人は雨天日には晴天日と比べて早く家を出ていることになる。これは貴重な朝の時間の一部を割いて、早く出発しないとイケないことを意味しており、大きな不効用を与えていると考えられる。

また、雨天日には通勤・通学時の手段を変更しなければならぬ人は雨天時の交通満足度が他の人に比べて著しく低下していた。毎日行う通勤・通学交通において手段変更をしなければならないことは大きなマイナス要素であることがわかる。このことから、環境対策やTDMとして自転車利用促進をする場合においても、雨天日には自転車が使えないから手段変更をしなければならないということが大きなマイナス要素であることを認識した上で、それ以上のインセンティブを用意するなどの対策が必要である。

東京についてまとめると、次のようになる

- 雨天時においては、濡れることに対する不快感が大きく、バス停や駅で濡れないようにする、雨天時タクシー相乗り等で家から濡れずに移動できる仕組みといった対策が重要である。
- 雨天日には自宅滞在時間を減少させている人が4人に1人存在するため、所要時間の増加を抑えることができるとこれらの人の朝の活動に大きな効用を与えることが出来る。
- 雨天日に手段変更を行うことは大きなマイナス要素であるため、自転車促進を行う場合はこの点を認識した上で、駐輪場定期券と雨天時バス定期券のセット販売や、雨天時通勤手当の支給といったインセンティブを用意する必要がある。

4-4. アンケート調査の分析（アジア）

回答を得た都市について、気候によって4つに分けることが出来る。北京、大連以外の都市では年間降水量が世界平均を上回っており、アジアのほとんどの都市は降水量の多い都市であるということが出来る。

- 北京、大連
降水量が少なく、7月と8月以外ではほとんど雨が降らない。
- 東京、ソウル
夏に降水量が多くなるが、年間を通じて降水がある。
- 台北
年間を通じて雨天日が多く、降水量が多い。
- ハノイ・マニラ
雨季と乾季が存在し、雨季には降水量が多い。

また、これらの都市における天気予報の利用度、雨具を持ち歩くかどうかについても違いがあった。最も雨の降る月における行動を比較したところ、北京や大連では天気予報も雨具もあまり利用されていなかったが、東京・マニラ・ハノイでは天気予報がよく利用され、台北・マニラでは毎日雨具を持ち歩く人が多かった。台北・マニラでは多雨月にはほぼ毎日、雨が降ると考えられる。

表3 多雨月に毎日天気予報を見る人
および毎日雨具を持ち歩く人の割合

	毎日天気予報	毎日雨具持つ
北京	20.4%	14.3%
大連	33.3%	16.0%
ソウル	50.0%	28.9%
台北	26.9%	59.2%
マニラ	61.5%	67.5%
ハノイ	60.9%	39.8%
東京	70.8%	39.8%
平均	45.5%	36.5%

交通手段に影響のある気象条件についての質問でも北京・大連では雨以外（強風など）を回答した人が多かったが、その他の都市、特に台北では雨を回答した人が非常に多くなった。一般的に降水量の多い地域ほど、雨の影響を受けると回答している。

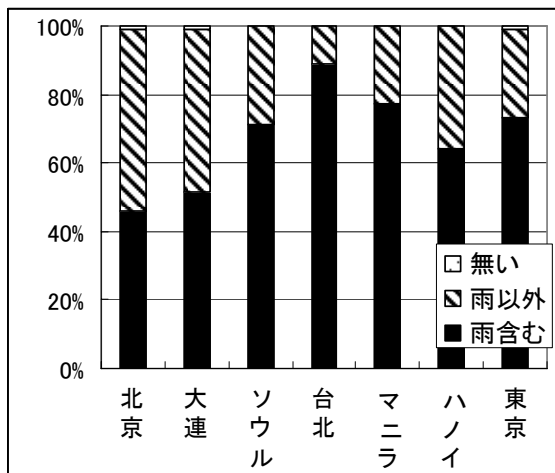


図3 交通に影響のある気象条件

次に不快感に関するアンケート調査を集計し、因子分析をおこなうことで各都市の特徴を把握することにした。

表4 不快感の因子行列

	因子1	因子2	因子3	因子4
雨気分	0.09	0.47	0.03	0.24
洗濯困難	-0.04	0.21	0.22	0.22
運動困難	0.18	0.06	0.04	0.55
店混雑	0.10	0.10	0.44	0.17
濡れる	0.15	0.76	0.16	-0.06
荷物増	0.18	0.40	0.03	0.05
時間増	0.67	0.24	0.05	0.08
信頼減	0.74	0.07	0.18	0.12
不能手段	0.52	0.18	0.22	0.12
公共混雑	0.32	0.03	0.73	-0.14

出てきた因子負荷量から、因子を次のように考えた。

- 因子1：交通利便性
- 因子2：雨そのもの
- 因子3：混雑
- 因子4：活動

この因子行列をもとに、都市別の因子得点の平均を導き、これらからその都市の人々の意識の特徴を調べる。都市別の因子得点の平均は次のようになった。

表5 因子得点の都市別平均

都市	交通利便性	雨	混雑	活動
マニラ	-0.78	1	0.08	-0.71
台北	-0.36	2	-0.22	-0.11
北京	-0.23	3	0.17	0.07
大連	0.07	4	0.43	-0.01
ハノイ	0.10	5	-0.06	0.42
ソウル	0.20	6	-0.09	-0.18
東京	0.54	7	-0.19	0.10
総計	-0.01		0.00	0.00

この結果から、交通利便性に対する不快感が高いのはマニラ、台北、北京となった。これら3都市の特徴についてまとめる。

(1) マニラ

マニラでは雨天日の交通利便性に対する不快感は大きいものの、荷物の増加や気分的に不快だという意識はない。通勤・通学においては晴雨日ともにバス・パトランジット・乗用車を利用している人がほとんどで、雨天日に手段変更する人はほとんどいない。しかし所要時間が増加すると回答した人は全体の64%と多く、増加する時間も他の都市に比べて大きかった。すなわち、マニラでは雨天時に手段変更することは無いが、所要時間が大きく増加することに不快と感じている。これらの原因は、悪天候に強い軌道系の交通機関が少なく、道路構造などのハード面の整備も悪いため雨天時には道路交通への負荷が非常に大きくなるためであると考えられる。持続可能で環境に優しいという面だけではなく、雨天時交通の面からも軌道系の交通システムの整備が重要であるということがいえる。

(2) 台北

台北では自転車・バイクといった雨天時に利用困難な交通手段を利用する人もかなり存在するため、雨天日の交通利便性に対する不快感が大きい。また、交通利便性以外のすべての項目について他の都市に比べて相対的に不快感が大きくなっているが、これは雨天日が多く普段から影響を受けていることが要因として考えられる。

通勤・通学時に手段変更を行う人は111人中20人とそれなりに存在する。また、所要時間が増加すると回答したい人も全体の64%であり、手段変更の必要性と所要時間の増加、双方の影響で雨天時の交通利便性の不快感が大きくなっていると考えられる。

対応策としては自転車・バイク利用者への対策の必要性（先述のインセンティブなど）と、バスなどの公共交通の雨天時定時性の確保が重要である。

（3）北京

北京では自転車を普段利用する人が多いが、バスや鉄道なども利用されている。

通勤・通学時に自転車を利用する人が多いが、雨天日であっても手段を変更せずにそのまま自転車を利用する人が多い。これは、雨天日がまれであること、降ったとしてもあまり強く降らないことなどが大きく影響していると考えられる。また、寮生活であるため晴天時の所要時間が短く、雨天時の増加時間も他の都市に比べて短い。よって北京では、雨天時の交通利便性に対する不快感は大きいものの、他の都市と比べると手段変更や所要時間増加といった影響は少ない。雨が降ることが珍しいため、そのときの不快感が大きく回答されたと考えられる。

このように、同じアジアの都市であっても降水量や交通システムによって影響が大きく異なるといえる。

5. まとめと今後の課題

本研究ではまず、実際に行われている雨天時対応の交通施策として遠州鉄道バスがおこなうレイニーバスの運用方法について詳しく知ることが出来た。この仕組みは、駅から高校という決まった2地点間の大量の需要に対応するようにおこなわれている。レイニーバスは他のバス会社で行うことは決して難しいことではなく、このシステムを用いることで雨天時のバスのサービス水準の減少度を小さくすることができるのではな

いかと考えられる。

アンケート調査の結果、東京では雨天時は濡れることに対する不快感が大きく、濡れないバス停の整備といった交通施策が雨天時対応の交通システムの構築に最も重要であることがわかった。また、4人に1人は雨天時には朝の在宅時間を減らして早く出発していることがわかった。

東アジア全体でも、雨天という条件は交通行動に影響を与えていることがわかったが、降水量の少ない北京や大連では他の地域に比べて影響が少なかった。また、マニラにおいては雨天時交通計画の面からも軌道系の新交通システムの整備が重要であることがわかった。

今後の課題としては、本アンケート調査は実際の行動を記録したダイアリー調査ではなく、実態については深く追究することができなかった。ダイアリーデータを活用すれば、回答者が気づいていなかった雨天時の交通行動の変化などが新しく発見されるのではないかと考えられる。また、雨の定義などもあいまいな点が多い。天候を考慮した研究をさらに進める場合は、長期間にわたってのダイアリー調査を行うことが効果的ではないかと考えられる。

【主要参考文献】

- 1) 朝倉正ら、「経済活動と気象」朝倉書店 1992
- 2) 野口健幸、「鉄道駅端末交通における交通手段選択と利用者の評価 —雨天時と晴天時の比較—」、第34回日本都市計画学会学術研究論文集 1999
- 3) 蛭坂隆、「雨天日における交通特性」、月刊交通 32.3 警察庁交通局編 2001
- 4) 「理科年表」、国立天文台、2004

※ 本研究は『東京大学21世紀COEプログラム、都市空間の持続再生学の創出』の研究のプログラムの一環として行われたものである。