

IV－82

豪雨災害が道路ネットワークに及ぼした影響の評価

東北工業大学 学生員 ○原山哲郎

東北工業大学 正 員 村井貞規

1.研究の背景と目的

我が国は、もともと国土が狭く、無理な都市環境を形成せざるを得ない場合もあった。さらに、地震、台風や水害などの自然災害を受けやすい地理的環境におかれていることもあって、これらの災害が毎年のように日本各地において発生している。それゆえ、災害の被害を完全に防止するような社会基盤を形成することが出来れば申し分ないが、実際にはそのことは不可能に近い。そこで、いかに災害の被害を最小限に食い止め、早急に復旧するか等の「災害時対応」が重要で、各方面からの研究が必要不可欠である。本研究においては、平成 10 年 8 月下旬から 9 月上旬にかけて東北地方南部・関東地方北部を中心として発生した豪雨災害において、大きな被害を受けた福島県・栃木県・茨城県の地域を対象とし、我々の生活の根幹を形成している道路ネットワークの被害・復旧状況をグラフ理論によって評価した。

2.豪雨災害の概要

平成 10 年 8 月下旬から 9 月上旬にかけて断続的に降雨がみられたが、降雨量が集中して多かった期間は 8 月 26 日から 31 日までであった。その期間の総雨量が最も多かったのは、栃木県那須町の 1,253mm であり、その栃木県那須町を中心して北東、南西方向の地域が降雨量の多い地域であった。また、福島県郡山市では 351mm、茨城県水戸市では 113mm と距離が数 km 違うだけで降雨量が顕著に異なっており、豪雨の特徴が表れている。この集中豪雨による被害は、福島県においては死者 11 人、住家全半壊 119 棟、床上・床下浸水 3,760 棟、栃木県においては、死者・行方不明者 7 人、住家全半壊 89 棟、床上・床下浸水 2,843 棟であった。茨城県においては、那珂川の増水により、水戸市 39,400 人、ひたちなか市 1,616 人に対して災害対策基本法に基づき、避難指示が出されたが、水位と気象の予測による避難誘導が行われ、人的被害は免れた。

なお、この災害によって起きた道路交通規制状況は表 1 の通りである。また本研究の道路ネットワークの分析エリアは、被害を全く受けなかった地域は対象とせず、道路交通規制箇所全てを含むエリアを対象とした（表 2）。

表 1 豪雨災害による道路交通規制状況

	規制数	比率(%)
冠水	127	37.8
土砂崩れ	72	21.4
雨量超過	33	9.8
路肩破損	26	7.7
河川増水	15	4.5
橋梁破損	12	3.6
事前規制・防災活動	11	3.3
道路決壊	10	3.0
その他	30	8.9
合計	336	100.0

※片側交通規制箇所を除く

表 2 各県の分析エリア面積（概算）

	分析エリア	総面積	比率(%)
福島	7,989	13,782	58.0
栃木	4,460	6,408	69.6
茨城	1,670	6,094	27.4
合計	14,119	26,284	53.7

km²

3.グラフ理論

既存のネットワークやシステムの要素を、辺と頂点によって簡潔に表したものがグラフである。本研究においては回路階数、アルファ示数、ガンマ示数を用いて道路ネットワークを分析した。回路階数とは、そのネットワークに存在するサイクル数を求めたものである。アルファ示数は、回路階数から見たネットワークの連結性であり、ガンマ示数は、辺と頂点の個々のつながりからみたネットワークの連結性を表す示数である。いずれも、グラフの全体構造をとらえるための辺と頂点の関係を示している。

4. 示数による災害の影響評価

まず始めに、福島県、栃木県、茨城県の三県をまとめた全域における日別の示数値を挙げた（表 3）。これらの値は、災害発生前である平成 10 年 8 月 26 日から、翌年の平成 11 年 9 月 1 日までを分析期間とした。

回路階数においては、8 月 26 日は 822 であったが、8 月 31 日には 674 と 2 割近く減少している。この値が減少したことにより、道路が寸断され迂回を余技なくされたことが推察される。

またアルファ示数、ガンマ示数については、8 月 31 日に分析期間中の最低の値を示している。すなわち 31 日が災害による被害が最も大きかった時であり、これは各県ともに同様の傾向であると考えられる。そして、31 日を境にし、両値ともに回復し始めている。

次に 8 月 26 日から 9 月 4 日にかけて総雨量が最も多かった栃木県那須町の雨量データと、その分析エリアが含まれる栃木県のガンマ示数を時間ごとに比較する（図 1）。8 月 26 日晩から 28 日未明までによる集中豪雨で示数値が減少し、一旦復旧活動により値が回復しかけたが、再び集中豪雨が 29 日昼すぎから 30 日昼にかけて発生し、被害が拡大したため示数値がさらに減少した。よって、豪雨発生には 2 つのピークがあり、このことにより災害復旧が長期化したと思われる。ただし、雨量と示数が同時に変化しているのではなく、これは雨の蓄積量と関連している土砂崩れや、河川の増水・洪水が多く、多くの箇所が発生したためだと思われる。例えば、主に土砂崩れは福島県・栃木県の県境で見られ、また河川の増水・洪水の多くは、福島県では阿武隈川、那珂川上流、栃木県では余笹川、茨城県では那珂川下流、鬼怒川といった河川でみられた。したがって、被害が集中した地域は山岳部、河川周辺の平野部といった地域が主であったと考えられる。

表 3 全域における各示数値

日付	回路階数	アルファ示数	ガンマ示数
H10. 8. 26	822	0.00033675	0.00123160
H10. 8. 27	819	0.00033431	0.00122757
H10. 8. 28	753	0.00028065	0.00112683
H10. 8. 29	771	0.00029520	0.00115645
H10. 8. 30	751	0.00028063	0.00112864
H10. 8. 31	674	0.00022522	0.00101832
H10. 9. 1	722	0.00025981	0.00108979
H10. 9. 2	750	0.00027833	0.00112384
H10. 9. 3	775	0.00029700	0.00115937
H10. 9. 4	785	0.00030295	0.00116792
H10. 10. 1	811	0.00032602	0.00121175
H10. 11. 1	814	0.00032900	0.00121748
H10. 12. 1	816	0.00033040	0.00122008
H11. 1. 1	817	0.00033140	0.00122187
H11. 2. 1	819	0.00033281	0.00122407
H11. 3. 1	820	0.00033382	0.00122587
H11. 4. 1	820	0.00033382	0.00122587
H11. 5. 1	821	0.00033483	0.00122768
H11. 6. 1	821	0.00033483	0.00122768
H11. 7. 1	821	0.00033483	0.00122768
H11. 8. 1	822	0.00033584	0.00122949
H11. 9. 1	822	0.00033584	0.00122949

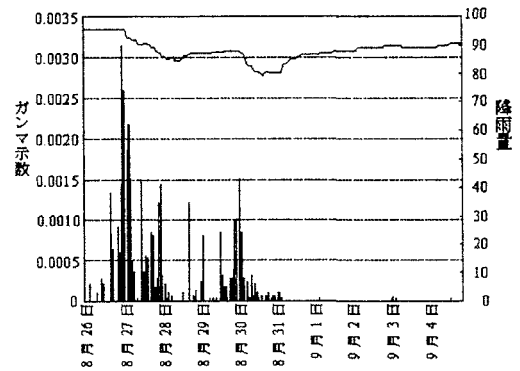


図 1 ガンマ示数(栃木県)と降雨量(栃木県那須町)の比較

5. 結論

我が国の道路ネットワークにおいては、一部を除いてほぼ整備済みであると考えられている。したがって、新たに道路を建設し、物理的に災害に強いネットワークを創り出すということはまず困難である。しかしながら、本研究が行ったように災害を体系的・比率的に分析することで、その特質を評価し、それに対応した交通管理を行うことはできると思われる。たとえば、災害による被害を受けやすい地域を、災害の特質とその土地の地勢によって特定し、その地域に迂回路を存在させるようにアクセス機能を向上させることはできる。また、今日の情報社会の中では様々なメディアで情報の発信を行うことができるが、豪雨災害といった気象や地勢が深く起因する災害においては、気象情報によりあらかじめ予測をたてることで避難情報等を開示でき、より安全を確保できるのではないだろうか。最後に、調査にご協力いただいた三県の関係者に謝意を表します。