

熊本地震による道路の通行止めが 広域交通に及ぼした影響

外井 哲志¹・宋 端²・胡 雨吟³・大枝 良直⁴

¹正会員 九州大学大学院 工学研究院 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地)

E-mail:toi@doc.kyushu-u.ac.jp

²非会員 合同会社西友

³学生会員 九州大学大学院 工学府 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地)

E-mail:hanako@jsce.co.jp

⁴正会員 九州大学大学院 工学研究院 (〒819-0395 福岡市西区元岡 744 番地)

E-mail:oeda@doc.kyushu-u.ac.jp

熊本地震では、電気、ガス、水道等のライフラインのほか、空港、道路、鉄道等の交通インフラにも甚大な被害が生じた。熊本地震による交通インフラの物理的な被害の状況については詳細な調査が行われているが、道路の被災が広域交通に及ぼした社会的な影響などの全体像については必ずしも十分に把握されていない。本研究では九州全域の道路網を対象として、道路の通行止めのデータを用いて、熊本地震における災害発生時の主要な OD 間の経路や道路混雑状況を交通量配分を通じて推定し、熊本地震の影響の全体像を把握することを目的とする。

Key Words: Kumamoto earthquakes, road closing, influence, shortest path, network analysis

1. はじめに

平成 28 年 4 月 14 日と 4 月 16 日に発生した熊本地震では震度 6 弱以上が 7 回、うち 2 回は震度 7 であった。熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村の被害は大きく、熊本城や阿蘇神社の損壊、多くの家屋が倒壊し、平地には断層のずれによる亀裂が発生し、山地では大規模な斜面崩壊と落橋、多数の通行不能箇所が発生した。多くの住民が避難を余儀なくされ、家屋内生活の安全性の不安から多くの住民が自動車で寝泊まりする車中泊が続いた。生活に必要な電気、ガス、水道等のライフラインのほか、空港、道路、鉄道等の交通インフラにも甚大な被害が生じた。これらのインフラの物理的な被害の状況については詳細な調査が行われ、実態が明らかにされてきたが、交通流動の実態についてはあまり明確になっていない。

特に、道路の損壊やその危険性のための交通規制（通行止め）は、熊本県のみならず、大分県でも多くの箇所で行われた。福岡県、宮崎県でも一部実施され、一時は九州中部に広く分布していた。このため熊本県を中心として広域に交通流動の影響が及んだものと推測できるが、その状況に関する分析は公表されていない。

本研究では、熊本地震における交通規制の情報を収集・整理し、道路ネットワーク分析手法を用いて、熊本地震による通行止め規制が広域交通流動に及ぼした影響に関する全体像の把握を試みるものである。

2. 対象道路ネットワークと通行止め情報

(1) 研究対象道路ネットワーク

本研究では、九州全域の国道・県市道・高速道路を対象とし、国土交通省九州地方整備局より提供された道路ネットワークデータ（リンク数 19042、ノード数 15585、QV コード、料金コード）、ノードの座標データ及び九州全域の OD 交通量データ（平成 17 年、発生ノード（細分 B ゾーン）数 1519、103536 ペア、乗用、小型貨物、大型貨物の 3 車種）を用いて分析を行った。分析に用いた道路網を図-1 に示す。

(2) 熊本地震による交通規制のデータ整理

熊本地震発生直後から 10 月 31 日までの期間に限定し、通行止めが行われた道路区間の情報を内閣府ホームペー

ジ¹⁾と熊本県防災ホームページ²⁾より入手し、規制情報を表-1のように集計した。そのうえで、通行止が行われた道路区間のリンク番号を地図等を用いて特定し、道路ネットワークデータに通行止情報を追加した。これを見ると、規制種別は全面通行止が多く、道路種別では県市道と補助国道が多い。また、自専道及び直轄通行止情報の整理を通じて、高速道路や直轄国道などの高規格道路の通行止が早く解除されたことが分かる。

表-2 は熊本県内の通行止状況を規制種別と道路種別（国道、県市道など）で整理したものである。表中のリンク番号は前出の道路網のリンク番号と対応させている。

表-3 に大分県の通行止め情報を示す。熊本県以外の通行止情報を見ると、ほとんどの通行止めが大分県にあったことが分かった。

図-2、図-3 は熊本県と大分県の通行止め箇所を図示したもの、図-4 は九州全体の通行止め箇所の分布を示したものである。これらから大分県にもかなりの通行止め区間があり、九州の中部に全体的に広がっていることがわかる。

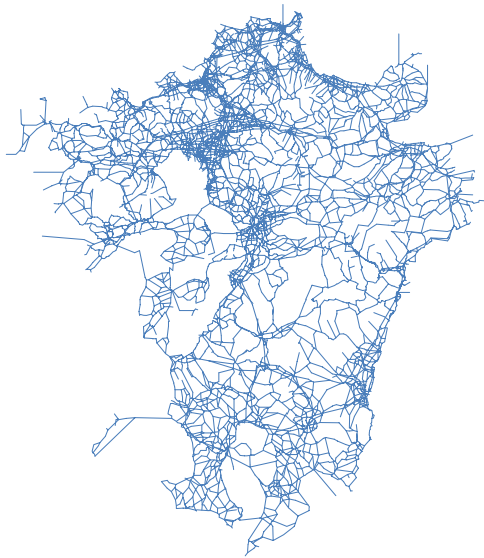


図-1 研究対象の道路ネットワーク

表-1 交通規制情報の要約

道路種別 規制種別	自専道(箇所)		国道(箇所)				県市道(箇所)		合計	
			直轄		補助					
	直後	10月31日	直後	10月31日	直後	10月31日	直後	10月31日	直後	10月31日
通行止	7	0	7	2	16	6	27	15	57	23
片側通行止	0	0	0	0	2	3	2	9	4	12
通行止 (歩道のみ)	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
片側通行止、 時間全面通行止	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
片側通行止、 4t車両通行止	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
4t超車両通行止	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3
通行止解除	0	7	0	5	0	9	0	0	0	21
合計	7	7	7	7	18	18	31	31	63	63

3. 研究の方法

(1) 分析の流れ

本研究では、分析は次のように行う。

- 1) 熊本地震の発生前の九州全域の道路網 19042 リンク（連結グラフ）に、分割配分法（5分割）を用いてOD交通量を配分し、OD間の最短経路と所要時間を求める。リンク交通量、所要時間、車種ごとの通行料金を時間に換算してリンクの所要時間に加えた（有料道路への転換率曲線は用いていない）。

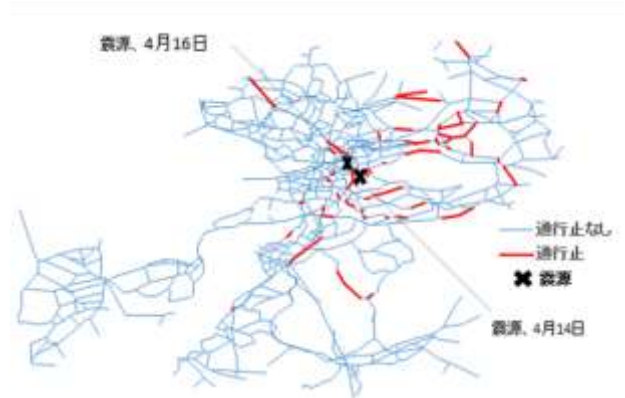


図-2 熊本県の通行止箇所（63箇所、地震直後）



図-3 大分県の通行止箇所（16箇所、地震直後）



図-4 九州全域の通行止箇所（84箇所、地震直後）

表-2 熊本地震発生直後から 10 月 31 日までの道路区間の通行止め情報(熊本県内)

リンク番号	路線名	箇所		規制原因		規制開始日時		規制延長	規制内容		規制変更日時	
		始点	終点	規制種別	規制理由	月/日	時刻		当初	現在	月/日	時刻
42289	国道218号	宇城市豊野町寺村	宇城市豊野町寺村	災害	崩土	4/16	3:20	2.00km	全面通行止	片側通行止	4/22	16:00
42397	国道57号	宇土踏線橋125k300	宇土踏線橋125k300	被災	30cm段差	4/16	6:40		通行止	通行止解除	4/16	20:00
40665	国道57号	江津斎藤橋111k360	江津斎藤橋111k360	被災	7cm段差	4/16	2:51		通行止	通行止解除	4/16	22:10
41034	国道325号	熊本県阿蘇郡高森町	熊本県阿蘇郡高森町	被災		4/16	12:00		通行止	通行止解除	4/21	9:30
43822	国道325号	熊本県大津町室	熊本県大津町室	被災	段差	4/16	6:10		通行止	通行止解除	4/17	14:00
41561	国道212号	熊本県小国町杖立	熊本県小国町杖立	被災	坑口部異状	4/16	2:12		通行止	通行止解除	4/18	11:30
42921	国道387号	熊本県菊池市原		被災	落石	4/16	3:20		通行止	通行止解除	4/17	17:00
40367	国道445号	熊本県御船町下鶴	熊本県御船町下鶴	被災	法面崩壊	4/15	3:18	2.0km	通行止	通行止		
42322	国道445号	熊本県御船町滝尾	熊本県御船町滝尾	被災	落石	4/16	不明	1.4km	通行止	通行止		
40708	国道443号	熊本県益城町寺迫	熊本県益城町寺迫	被災	施設倒壊	4/14	23:00		通行止	通行止解除	4/20	12:00
41274	国道325号	熊本県南阿蘇村河陽	熊本県南阿蘇村河陽	被災	法面崩壊	4/16	10:30		通行止	通行止解除	4/29	11:00
40119	国道445号	熊本県八代市	熊本県八代市	被災	崖崩れ	4/14	23:30		通行止	通行止解除	4/15	6:00
40430	国道265号	熊本県山都町二瀬本	熊本県山都町二瀬本	被災	壁面崩壊	4/16	3:20		通行止	通行止解除	4/16	5:10
40481	国道266号	熊本県市東区面園町	熊本県市東区面園町	被災	路面亀裂	4/16	5:40		通行止	通行止解除	4/17	9:50
42478	国道445号	御船町下鶴	御船町下鶴	災害	落石	4/14	23:00		全面通行止	全面通行止		
42566	国道445号	御船町滝尾	御船町七瀬	災害	落石	4/14	23:00		全面通行止	全面通行止		
42476	国道445号	御船町滝尾	御船町滝尾	事前	落石の恐れ	5/5	13:00		片側通行止	片側通行止		
41312	国道57号	立野跨線橋83k700	立野跨線橋83k700	被災	50cm段差	4/16	2:27		通行止	通行止解除	4/16	16:00
41316	国道57号	立野		災害	崩落	4/16	2:02		全面通行止	全面通行止		
41161	国道3号	坪井川橋184k100	坪井川橋184k100	被災	段差	4/16	3:31		全面通行止	通行止解除	4/16	8:40
41164	国道3号	松崎跨線橋184k360	松崎跨線橋184k360	被災	20cm段差	4/16	2:07		通行止	通行止解除	4/16	21:00
41372	国道325号	南阿蘇村	(阿蘇大橋)	災害	崩落	4/16	5:30		全面通行止	全面通行止		
41373	国道325号	南阿蘇村	(南阿蘇橋)	災害	段差	4/16	16:30		全面通行止	全面通行止		
41460	国道57号	南阿蘇村81k100付近	南阿蘇村81k100付近	被災	斜面崩壊	4/16	1:25	3.6km	通行止	通行止		
41534	国道442号	南小国町瀬の本		災害	路肩崩壊	4/16			片側通行止	片側通行止		
41130	阿蘇吉田線	草千里ヶ浜(駐車場)	南阿蘇村吉田	災害	崩落	4/16	4:20		全面通行止	全面通行止		
41437	阿蘇吉田線	阿蘇市黒川	草千里ヶ浜(駐車場)	災害	崩落	4/16	4:20		全面通行止	全面通行止	10/9	7:00
41572	内牧停車場線	阿蘇市甲賀		災害	陥没	4/16	16:30		全面通行止	片側通行止	4/23	17:00
41459	河陰阿蘇線	阿蘇市石	(大正橋)	災害	段差	4/16	16:30		全面通行止	全面通行止		
41495	別府一の宮線	阿蘇市三野		事前	土砂崩れ	4/16	3:36		全面通行止	通行止、4t車両通行止	5/24	9:00
41320	河陰阿蘇線	草千里浜栃木線(南阿蘇村)	南阿蘇村河陽	災害	崩落	4/17	14:00		全面通行止	全面通行止	8/31	15:00
41207	熊本高森線	西原村～南阿蘇村	(俄山トンネル)	災害	崩落	4/16	2:02		全面通行止	全面通行止		
41126	熊本高森線	西原村～南阿蘇村	(大切畑橋)	災害	段差	4/16	2:02		全面通行止	全面通行止		
41376	阿蘇公園下野線	南阿蘇村河陽	(熊本カントリークラブ付近)	災害	崩土	4/16	11:00		全面通行止	全面通行止	5/23	9:00
43293	河陰阿蘇線	南阿蘇村下野	草千里浜栃木線(南阿蘇村)	災害	崩落	4/17	14:00		全面通行止	4t超車両通行止	8/31	15:00
41315	瀬田竜田線	立野		災害	路肩崩壊	4/21	12:00		全面通行止	片側通行止	8/24	13:00
42672	三本松甲佐線	甲佐町	井戸江	災害	法面崩壊	4/16	8:30		全面通行止	片側通行止	10/31	9:00
40301	三本松甲佐線	甲佐町安平	甲佐町坂谷	災害	落石	4/15	1:58		全面通行止	全面通行止		
42420	御船甲佐線	甲佐町田口	(田口橋)	災害	橋梁段差	4/15	7:00		全面通行止	全面通行止		
42419	宇土甲佐線	甲佐町津志田	(乙女橋)	災害	橋梁段差	4/15	1:58		全面通行止	4t超車両通行止	6/10	6:00
42524	小川嘉島線	甲佐町府領	(縦貫道踏道橋)	災害	落橋	4/16	3:20		全面通行止	全面通行止		
40710	益城矢部線	御船町田代(山都町境)	御船町玉来	災害	道路崩落	4/15	4:55	40m	全面通行止	全面通行止	5/2	9:00
40829	熊本高森線	益城町木山交差点	益城町馬水橋	災害	家屋倒壊の恐れ	4/27	12:00		片側通行止	片側通行止		
40940	熊本高森線	益城町小谷	西原村の境	災害	落石	4/14	23:25		全面通行止	全面通行止		
40704	益城菊陽線	益城町忽領	益城町忽領	事前	家屋倒壊の恐れ	5/19	9:00		全面通行止	全面通行止		
40309	清和延用線	山都町菅	山都町堂面	事前	落石	4/15	0:17		全面通行止	片側通行止	5/5	13:00
40310	清和延用線	山都町小峰		事前	落石	4/16	3:20		全面通行止	片側通行止	5/14	17:00
40316	横野矢部線	山都町瀬本	山都町国	事前	落石	4/14	23:15		全面通行止	片側通行止	5/5	13:00
42349	松橋インター線	宇城市松橋町古保山	(一ツ橋側道橋)	災害	橋台ずれ	4/15	9:50	2.00km	全面通行止	全面通行止		
40303	三本松甲佐線	美里町	218号交差点から	災害	落石	4/15	0:08	2.00km	全面通行止	全面通行止		
41576	菊池赤水線	大津町真木	大津町真木	災害	路面陥没	4/16	4:15		全面通行止	4t超車両通行止	5/2	17:00
42922	阿蘇公園菊池線	菊池市原		災害	法面崩壊	4/16	3:20		全面通行止	全面通行止		
42940	原立門線	菊池市原	菊池市原	災害	落石	4/14	23:05		全面通行止	全面通行止		
42179	八代不知火線	八代市鏡町北新地	(横江大橋)	災害	橋台沈下	4/16	2:40	0.20km	全面通行止	全面通行止		
40116	宮原五木線	八代市東陽町大通峰	八代市東陽町大通峰	災害	路面クラック	4/16	8:00	0.01km	全面通行止	片側通行止	4/17	13:00
40182	宮原五木線	八代市東陽町河俣	八代市東陽町河俣	災害	路面クラック	4/20	11:30	0.05km	片側通行止	片側通行止		
41100	九州自動車道	植木IC	益城熊本空港IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/29	9:00
42626	九州自動車道	嘉島JCT	松橋IC	被災	点検中	4/14	21:28		通行止	通行止解除	4/26	15:00
43948	九州中央自動車道	嘉島JCT	小池高山IC	被災	点検中	4/14	21:28		通行止	通行止解除	4/26	15:00
41498	九州自動車道	南関IC	植木IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	6:30
40601	九州自動車道	益城熊本空港IC	嘉島JCT	被災	点検中	4/14	21:28		通行止	通行止解除	4/29	9:00
42113	九州自動車道	松橋IC	八代IC	被災	点検中	4/14	21:28		通行止	通行止解除	4/15	14:00
40088	南九州西回り自動車道	八代JCT	津奈木IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	16:00

表-3 熊本地震発生直後から 10 月 31 日までの道路区間の通行止め情報(熊本県以外)

リンク番号	路線名	箇所		規制原因		規制開始日時		規制延長	規制内容		規制変更日時	
		始点	終点	規制種別	規制理由	月/日	時刻		当初	現在	月/日	時刻
52235	国道442号	大分県大分市木上	大分県大分市木上	被災	落石	4/16	2:55	0.6km	通行止	通行止解除	6/29	15:00
50431	国道212号	大分県境	日田市天瀬町	災害	落石、崩土	4/16	2:12		全面通行止	片側通行止		
50432	国道212号	大分県境	日田市大山町	災害	落石、崩土	4/16	2:12		全面通行止	片側通行止		
51157	国道387号	大分県日田市上津江町	大分県日田市上津江町	被災	法面崩壊	4/21	15:20		通行止	通行止解除	4/22	16:00
50685	国道387号	大分県日田市中津江村	大分県日田市中津江村	被災	落石	4/16	4:05		通行止	通行止解除	4/18	10:30
51537	国道210号	日田市天瀬町51k280	玖珠郡玖珠町64k640	事前	落石の恐れ	4/16	21:05		通行止	通行止解除	4/29	7:00
14892	国道442号	福岡県八女市	福岡県八女市	被災	落石	4/16	4:50		通行止	通行止解除	4/25	7:00
61918	国道265号	宮崎県東臼杵郡椎葉村	宮崎県東臼杵郡椎葉村	事前	落石の恐れ	4/16	8:30		通行止	通行止	4/28	15:00
50293	宇佐別府道路	速見IC・JCT	速見IC・JCT	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/17	15:00
60529	九州自動車道	えびのIC	栗野IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	9:30
60534	宮崎自動車道	えびのJCT	都城IC	被災	異常なし	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	9:30
50571	大分自動車道	大分IC	大分米良IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	20:00
50888	東九州自動車道	大分米良IC	佐伯IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	20:00
50215	大分自動車道	鳥橋JCT	日田IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/16	6:30
50292	大分自動車道	速見IC・JCT	日出JCT	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/21	0:00
50299	大分自動車道	日出JCT	別府IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/21	0:00
50413	大分自動車道	日田IC	玖珠IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/17	21:00
50486	大分自動車道	別府IC	大分IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/17	21:00
41733	九州自動車道	八代IC	えびのIC	被災	点検中	4/14	21:28		通行止	通行止解除	4/15	14:00
51507	大分自動車道	湯布院IC	日出JCT	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	5/9	22:40
50455	大分自動車道	玖珠IC	湯布院IC	被災	点検中	4/16	1:26		通行止	通行止解除	4/18	23:15

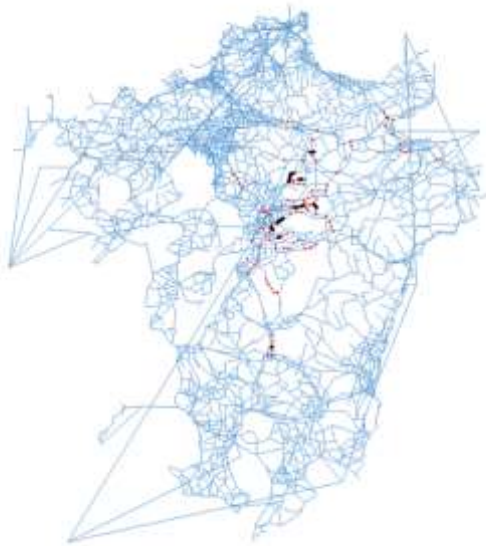


図-5 通行止め区間(84 箇所)と孤立区間(22 箇所)

最短経路は分割配分の最終段階のものとした。この結果から、熊本地震前の道路状況における各リンクの交通量、所要時間と主要な OD (各県の県庁所在地、及び熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村の各被災都市) 間の最短経路(時間)を求めた。

2) 19042 本のから地震発生直後の通行止め区間のリンク 84 本(表-2、表-3、図-4 参照)を除去した。この道路網の連結性(全ノードへの到達可能性)を分析したところ、22 本の孤立リンクが発生したので、それらを除去することで、18936 本のリンクを有する連結グラフが得られた。これを地震後の分析対象道路とした。その上で、地震後のネットワークを対象として、1) と同様の方法で

OD 交通量を配分し、リンク交通量、所要時間、OD 間最短経路を計算した。

3) 1) と 2) を比較し、①主要拠点間の最短経路の変化、②その経路の特徴、③交通量や速度が大きく変化したリンクの地域分布、などの分析を通して、熊本地震による道路の通行止が広域交通にどのような影響を及ぼしたかを考察した。

(2) 主要拠点と OD 間経路分析の組合せの選定

本研究では、(A)被災都市から、熊本市、益城町、西原村、南阿蘇村の 4 市町村、(B)主要都市として、福岡市、宮崎市、大分市、鹿児島市の 4 つの県庁所在地、(C)物流の拠点(起点)として鳥栖市と北九州市門司区(本州からの物流の入り口)を選定した(鳥栖市は福岡市と経路が重複したため以下での結果の記載は省略)。

OD 間経路分析の組合せに関しては、緊急時の物資輸送の観点から(A)と(B)、(A)と(C)の組合せ、日常の広域交通の変化の観点から(A)相互の組合せを選定した。

4. 通行止めの広域的影響の分析

(1) 通行止めによる孤立リンクの発生

3. (1) 2) で、19042 本のリンクから 84 か所の通行止め区間を除去した段階で、新たに 22 本の孤立区間が発生した。このときの通行止め区間と孤立区間を図-5 に示した(黒色：孤立区間)。本研究で用いた道路網は市道以上の幹線道路のみで構成されているので、その他の道路

表-4 地震による通行止め前後の最短経路の各種特性の変化

	出発地	目的地	地震 前/後	最短距離 (km)	有料距離 (km)	有料距離 率(%)	所要時間 (h)	有料走行 時間(h)	有料時間 率(%)	支払料金 (円)	平均速度 (km/h)	有料道路速 度(km/h)	経路リン ク数
熊本県外↓被災地	福岡市	熊本市	前	113.5	79.0	70%	3.01	1.43	48%	2303	37.7	55.2	73
			後	129.1	12.1	9%	5.36	0.29	5%	600	24.1	41.0	132
	大分市	熊本市	前	134.7	15.0	11%	4.45	0.24	5%	150	30.3	61.8	105
			後	161.4	38.7	24%	5.16	0.43	8%	990	31.3	90.0	76
	宮崎市	熊本市	前	196.8	166.4	85%	4.06	2.41	59%	4337	48.5	69.1	76
			後	226.2	92.0	41%	6.69	1.62	24%	1936	33.8	56.6	133
	鹿児島市	熊本市	前	174.9	139.8	80%	3.68	1.94	53%	3575	47.5	72.1	68
			後	184.9	74.4	40%	7.62	2.41	32%	1566	24.2	30.8	105
熊本県内	門司	熊本市	前	179.3	142.2	79%	5.36	3.60	67%	3636	33.5	39.5	75
			後	188.0	15.7	8%	6.33	0.18	3%	401	29.7	87.3	145
	大分市	南阿蘇村	前	81.2	15.0	18%	2.23	0.24	11%	150	36.3	61.8	51
			後	81.2	15.0	18%	2.22	0.24	11%	150	36.5	61.8	51
	西原村	熊本市	前	22.7	*	*	1.17	*	*	*	19.5	*	30
			後	21.6	*	*	1.16	*	*	*	18.6	*	30
	南阿蘇村	熊本市	前	52.2	*	*	2.15	*	*	*	24.3	*	54
			後	72.5	*	*	3.63	*	*	*	20.0	*	51
熊本県外相互	八代市	熊本市	前	46.6	*	*	1.79	*	*	*	26.0	*	65
			後	45.9	*	*	2.38	*	*	*	19.3	*	70
	鹿児島市	福岡市	前	279.3	258.8	93%	4.95	3.80	77%	6902	56.4	68.1	85
			後	312.2	123.9	40%	12.76	3.37	26%	3115	24.5	36.8	194
	鹿児島市	大分市	前	293.0	164.9	56%	6.79	2.28	34%	3983	43.2	72.3	125
			後	337.4	207.3	61%	8.52	4.01	47%	3582	39.6	51.7	113
	鹿児島市	宮崎市	前	139.4	16.4	12%	4.49	0.20	5%	419	31.0	80.0	75
			後	139.4	16.4	12%	4.49	0.20	5%	419	31.1	80.0	75
宮崎市	福岡市	福岡市	前	298.8	294.0	98%	4.86	4.38	90%	7884	61.5	67.1	82
			後	370.2	310.7	84%	8.29	5.36	65%	6517	44.6	57.9	113

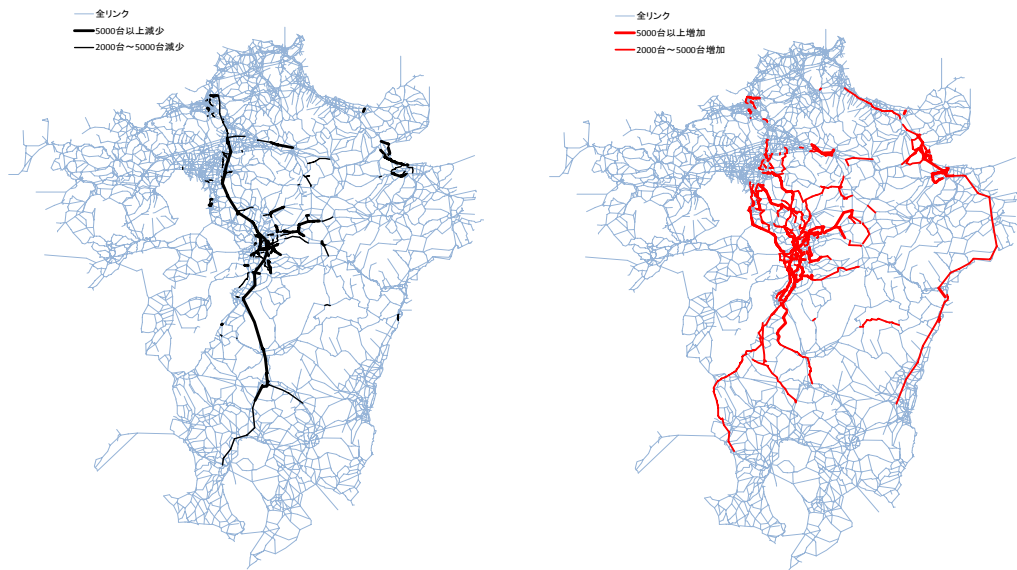


図-6 通行止めによるリンク交通量の変化の分布

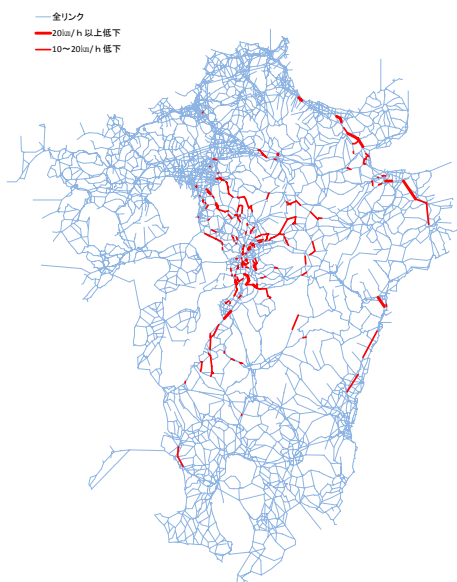


図-7 通行止めによるリンクの速度変化の分布

を用いれば孤立区間に接続できる可能性はあるが、幹線道路網の中に非連結区間が発生した事実があることに注意が必要であろう。

(2) 交通量と速度変化の分布

地震前後のリンク交通量、リンク速度の変化を図-6、図-7に示す。図-6左が交通量減少区間(5000台以上の減少)を示している。福岡から鹿児島までの九州の大動脈が九州自動車道の南関IC～植木IC～益城・熊本空港IC～嘉島JCT～松橋IC～八代ICの間で通行止めとなったことが主な原因である。その他、熊本市から益城町～西原村～南阿蘇村方面に抜ける道路、大分、別府付近の道

路の交通量が減少している。また、大分自動車道にも一部交通量の減少区間がみられる。

図-6右は交通量が5000台/日以上増加した区間の分布を示したものである。国道3号および有明海沿岸部と内陸部の道路などの交通量が増加した区間が、九州自動車道の交通量減少を補うように、熊本市付近から放射状に分布している様子が読み取れる。また、大きな特徴として、北九州市東南部から宮崎市に至る東九州沿岸に交通量増加した区間が連続しており、九州自動車道から国道10号、東九州自動車道への転換が起こっていることを示していると考えられる。

図-7は10 km/h以上の速度低下が起こった区間を表しており、交通量の増加区間の分布と符合している。

(3) 主要拠点間の最短経路の変化

前出の都市間の組合せ(A)(B)(C)にもとづいて、被災地と主要都市間の最短経路の変化を調べた。まず表-4に組合せ別に都市間の最短経路の変化とその特徴を距離、所要時間、有料道路利用状況等の数値で示した。これを見ると、ほとんどの都市間で最短経路が変化し、所要時間が増加している。ただし、大分-南阿蘇、鹿児島-宮崎間は最短経路に変化がなく、所要時間も変わっていない。その他の組合せについては、以下のとおりである。

最短経路の距離は、西原-熊本、八代-熊本の組合せでは減少しているが、それ以外は増加している。大分-熊本、鹿児島-大分以外はすべて有料道路の利用率が減少し、通行料金の支払額も減少している。また、熊本県内の都市の組合せでは、地震前後ともに有料道路の利用はなく、所要時間は増大している。

熊本県外相互では、鹿児島-宮崎間以外は、地震前の

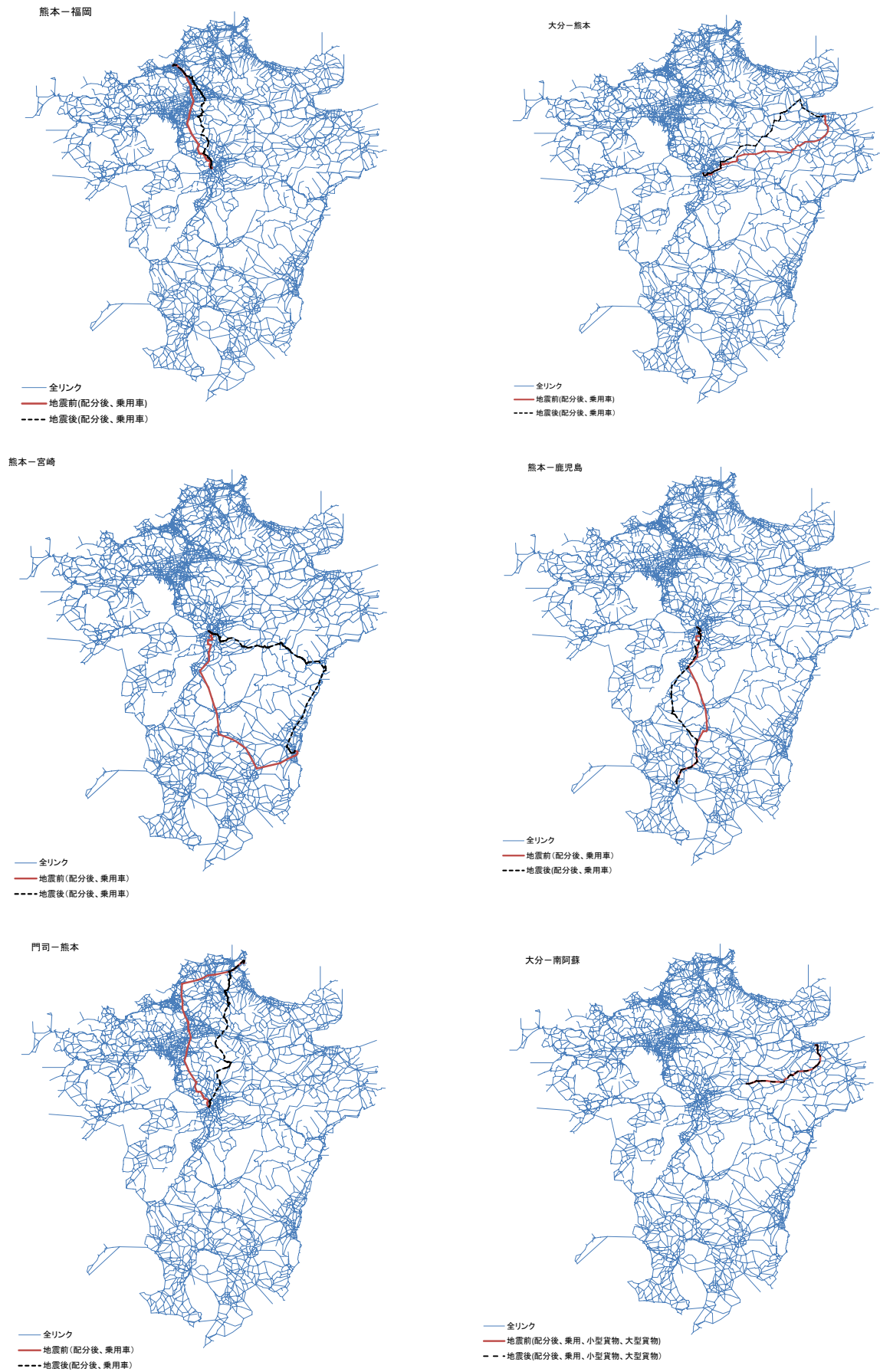


図-8 熊本市、南阿蘇村と各県庁所在都市との間の最短経路の変化

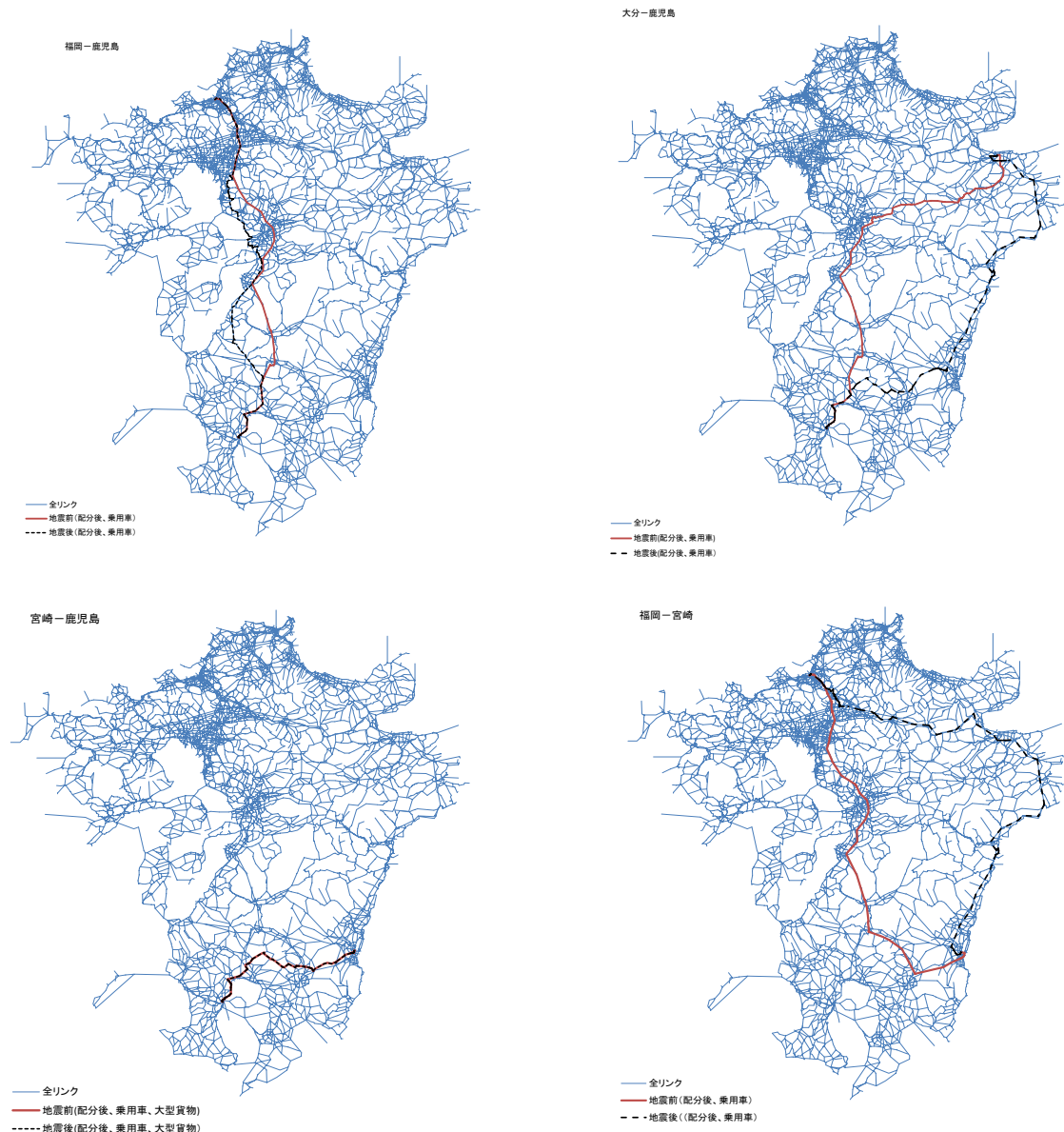


図-9 主要拠点間相互の最短経路の変化

経路が被災地周辺を通過することになるため、福岡-鹿児島、福岡-宮崎、大分-鹿児島では、距離、所要時間ともに増大している。有料道路利用率の低下は、熊本県外と被災地間ほどには低下していない。特に、福岡-鹿児島間の所要時間の増大が著しい。

図-8に、熊本市、南阿蘇村と各県庁所在都市との間の最短経路の変化を示す。

福岡-熊本間は九州自動車道を通る経路から、主に国道3号と国道386号を利用する経路に変わっている。

大分-熊本間は、国道10号、国道57号を利用する経路から、大分自動車道とやまなみハイウェイを経由してミルクロード、国道57号に抜ける経路に変化し、有料道路利用率が高まっている。

宮崎-熊本間は、宮崎自動車道から九州自動車道を経て国道3号を利用する経路から東九州自動車道と国道218号を利用する経路に変わっている。

鹿児島-熊本間は、九州自動車道を利用する経路から九州自動車道と国道268号、国道3号を通過する経路に変わっている。

門司-熊本間は、九州自動車道と国道3号を利用する経路から、国道322号、国道211号、国道212号、国道387号などを経由する山間部の経路に変わっている。

大分-南阿蘇間は地震前後で経路に変化がない。

次に、図-9に主要拠点間相互の経路の変化を示した。

福岡-鹿児島間は、九州自動車道を利用する経路から、有明海沿岸の国道389号、国道501号、国道3号、国

道 268 号を経て九州自動車道に至る経路の変化している。

大分-鹿児島間は、大分-熊本間の経路と九州自動車道を利用する経路から、東九州自動車道と国道 10 号を利用する経路に変わっている。

福岡-宮崎間は、九州自動車道と宮崎自動車道を利用する経路から、大分自動車道と東九州自動車道を迂回する経路に大きく変化している。

宮崎-鹿児島間は変化がない。

以上、広域的な経路は九州自動車道の通行止めの影響を大きく受けている。福岡-鹿児島、福岡-熊本、鹿児島-熊本間は地震前後ともに熊本県を通過する経路となっており、有明海沿岸の 3 桁国道と国道 3 号が、九州自動車道の代替道路の役割を果たした。また、東九州に位置する大分、宮崎と福岡、鹿児島間のルートについては東九州自動車道を利用する経路に大きく転換していることがわかる。

5. 結 論

本研究では、九州の広域道路網データと通行止め情報を用いて、OD 交通量が変化しないという仮定の下で、地震前の道路網と地震後の通行止め区間を除いた道路網に、同一の OD 交通量を配分することによって、熊本地震による通行止めが、広域交通に及ぼした影響を交通量の集中状況と主要な都市間の最短経路の変化の観点から分析し、影響の全体像の把握を試みた。その結果、1) 通行止め区間を九州全域の道路網上に示すことによって、九州中部のかかなりの広範囲で道路交通に影響があったことを明らかにした。

2) 道路網全体から表-2、表-3 に示した 84 箇所の通行止め区間を除去した段階で、新たに 22 本の孤立区間が発生し、通行止めによる 2 次的な通行不能区間が発生する可能性を示した。

3) 九州自動車道の熊本県内の区間の通行止めにより、福岡から鹿児島まで九州自動車道の交通量が大きく減少した。また、被災地をつなぐ道路、大分、別府付近の道路の交通量が減少した。これに対して、九州自動車道の交通量減少を補うように、国道 3 号および有明海沿岸部と内陸部の道路などの区間の交通量が増加した。また、東九州軸の交通量が増加しており、九州自動車道から国道 10 号、東九州自動車道への転換が起きたことを示した。

4) 地震前後の最短経路の比較では、主要都市から熊本への経路で地震前後で大きな変化が見られ、所要時間も大幅に増加した。九州自動車道を使う経路が減少し、国道 3 号および 3 桁国道を利用する経路に変化するケースが多い。特に、福岡-宮崎間、熊本-宮崎間、大分-鹿児島間では、東九州自動車道を利用する経路に大きく転換していることがわかった。福岡-鹿児島間では地震後も熊本を通過する経路を選ばざるを得ないのに対し、これらの都市間の最短経路の転換はダイナミックである。経路の選択肢が広がり、道路網の代替性の観点から道路整備の効果がもたらされたことが示された。

参考文献

- 1)内閣府防災 HP : <http://www.bousai.go.jp/>
- 2)熊本県防災 HP : <http://cyber.pref.kumamoto.jp/bousai/>
- 3)宋 端 : 九州大学修士論文, 2017.2

THE INFLUENCE BY ROAD CLOSING ON WIDE AREA TRAFFIC ON KUMAMOTO EARTHQUAKE

Satoshi TOI ,Tan SOU, Ugin KO and Yosinao Ooeda

Enormous damage occurred to the traffic infrastructure such as airports, roads, railways by the Kumamoto earthquake. The situation of the physical damage of traffic infrastructure was investigated in detail, but the picture of the social influence exerted on wide area traffic by suffering on the road hasn't always grasped sufficiently.

In this research, authors tried to estimate the shortest path between main cities in Kyushu and condition of traffic congestion of trunk roads using the road network data of the whole Kyushu and the information on roads closing. After that authors tried to grasp the whole picture of the influence of Kumamoto earthquake to the wide area road traffic.