

豪雨時の事前通行規制のための雨量観測体制に関する一考察

鳥居宣之* 小野泰東**

Actual condition and agenda of rainfall observing system for early traffic warning systems against heavy rainfall

Nobuyuki TORII* Taiki ONO**

ABSTRACT

During the last decade, local heavy rainfalls have increased sharply, therefore increasing the risk of slope disasters. In our country, countermeasures, such as structural and non-structural measures, have been carried out to prevent and mitigate of road disasters. As non-structural measures for national road, road sections which are susceptible to slope disasters during heavy rainfalls, are closed based on criteria which are set according to past experiences, and the traffic restrictions are forewarned to ensure the safety of drivers. The purpose of this research is to clarify the actual condition and agenda of rainfall observing system for early traffic warning systems against heavy rainfall by the comparison and discussing Radar-AMeDAS precipitation data at in and around the location of telemeter.

Keywords : heavy rainfall, early traffic warning system, rainfall observing system

1. はじめに

近年では、自然災害の誘因として、局地的な集中豪雨（いわゆるゲリラ豪雨）が増加傾向にある。このような局地的な集中豪雨の増加に伴い、がけ崩れや土石流などの土砂災害の発生数の増加が危惧されている。わが国の道路では、斜面に対して法面对策工などの斜面对策工（いわゆるハード対策）を施すことに加え、災害の発生しそうな箇所に観測降雨量に応じて通行規制をかけ、事前に被害発生を食い止めること（いわゆるソフト対策）で、道路防災・減災対策が行われてきている。現在の国道における道路通行規制は、事前通行規制区間（以下、通行規制区間と称する）付近に設置された雨量観測計（テレメーター）にて観測される一定の条件を有する連続した時間雨量の累計が、その道路における規定雨量を超えた際に発令される仕組みとなっている⁽¹⁾。最近では上述したように局地的な集中豪雨の観測事例が数多く報告されてきており、このような集中豪雨は、空間的にも時間的にも発生予測が非常に難しいことから、現在のテレメーターの配置では捉えきれない降雨が通行規制区間に降ったにもかかわらず通行規制がかからないといった事態が生じる可能性が懸念される（図1参照）。そこで、本研究ではある国道を対象として、テレメーター設置位置とその

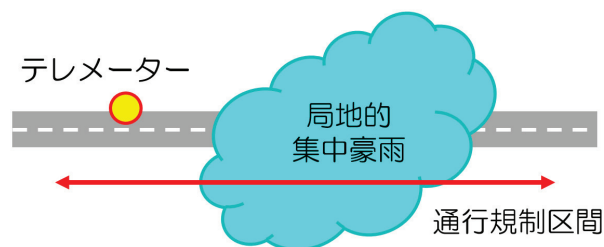


図1 テレメーター設置個所で降雨を捉えられない事例

周辺のレーダー・アメダス解析雨量データを比較・検討し、雨量観測体制の課題点等を明らかにすることを目的とする。

2. 国道における雨量通行規制の現状^{(1), (2)}

国道では、国道41号飛騨川バス転落事件を契機として、現に崩落等が発生しているか否かを問わず、崩落

* 都市工学科 教授

** 元 都市工学科 学生

等の危険があると認められる雨量時点で、この区間への進入を禁止するという異常気象時における道路通行規制制度を導入している。現在、国土交通省近畿地方整備局管内の国道では、34箇所の通行規制区間が設定されている。それぞれの通行規制区間では、過去の事例などを参考に定めた規定の降水量に連続雨量が達した場合(図2参照)に「通行止め」など道路の通行を規制することで、道路利用者の安全を確保する仕組みとなっている。ここで、国道における連続雨量とは、降り始めからの降雨量の累計であり、3時間以上2mm以下になると累計雨量はゼロにリセットされると定義されている。近畿地方整備局管内の34箇所の通行規制区間の区間延長の内訳は、図3に示すとおりであり、通行規制区間のほとんどが4km未満であることがわかる。

3. 対象地の降雨特性

本研究では、図4に示したある国道の通行規制区間(区間延長:1.2km, 規制雨量:連続雨量200mm)ならびにその周辺を対象に検討を行うこととした。まず、当該地域の降雨特性を把握するため、観測点から最も

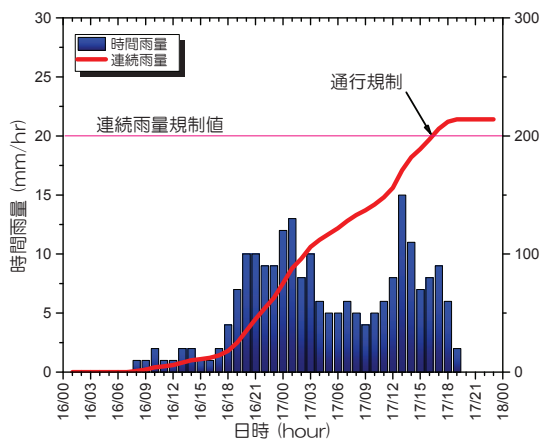


図2 通行規制の概念図。

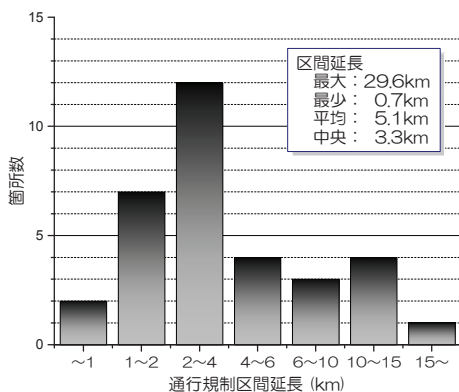


図3 近畿地方整備局管内の通行規制区間延長。

近い場所に位置する気象庁管轄のアメダス観測所(F観測所)において観測された時間降水量のデータを用いて、岩井法⁽³⁾により連続雨量の確率降水年を算出した。なお、連続雨量は、国道における連続雨量の定義と同様に、2mm以下の降雨が3時間以上続いた時点でひとつの区切りとし、また、継続時間が1時間以下の降雨は除くこととした。この条件で算出した連続雨量のうち、各年の年最大連続雨量を用いて確率計算を行った。なお、雨量データは気象庁データベース⁽⁴⁾から引用し、F観測所における1976年1月からの約40年分の観測記録を使用した。降雨確率年の算定結果を表1に示す。表1より、対象とした通行規制区間の通行規制雨量である連続雨量200mmの確率年は、「1/40年」程度であることがわかる。また、近年の気候変動に伴い、今後は確率年が短くなることが予想される。

4. レーダー・アメダス解析雨量を用いた検討

本章では、テレメーター設置位置とその周辺のレーダー・アメダス解析雨量結果を比較・検討し、雨量観測体制の課題点等を明らかにする。ここで、レーダー・アメダス解析雨量とは、国土交通省河川局・道路局と気象庁が全国に設置しているレーダーやアメダス等の地上の雨量計を組み合わせ、降水量分布を約1km四方の細かさ(標準地域メッシュ(3次)に相当)で解析したものである⁽⁵⁾。



図4 通行規制区間とF観測所の位置関係。

表1 降雨確率年(F観測所)。

確率年(年)	連続雨量(mm)
200	254
100	231
50	208
30	192
20	179
10	156

4.1 検討範囲および解析を行う降雨の選定 検討範囲は図 5 に示したように、対象とした通行規制区間の雨量観測地点であるテレメーターの設置位置から両側に約 4km（標準地域メッシュ（3次）×4メッシュ）を解析範囲としている。これは、前述した国土交通省近畿地方整備局の管轄である 34 の通行規制区間延長の平均値ならびに中央値を参考に決定した。また、比較・検討に用いた降雨は、H26 広島豪雨災害が発生した時と同時期に発生し、近隣地域に土砂災害等の被害を与えた H26.8.16-8.17 の期間での降雨に加え、F 観測所において降雨量が多かった次の 5 つの期間（H21.8.9-8.10, H23.5.10-5.12, H23.5.28-5.30, H23.9.19-9.22, H25.9.14-9.16）のレーダー・アメダス解析雨量データを用いることとした。

4.2 レーダー・アメダス解析雨量による連続雨量 前述した 6 つの降雨期間の解析雨量データをもとに国道における連続雨量の定義に従って、検討範囲におけるメッシュごとの連続雨量を算定した。以下に期間ごとの比較・検討結果を示す。

(1) H26.8.16-8.17 の期間 連続雨量分布図を図 6 に示す。また、連続雨量の時間変化を図 7 に示す。なお、図中には、テレメーター設置位置のメッシュならびに雨量分布中の連続雨量の最大値・最小値を示したメッシュにおける結果を示している。前述したように、この期間の降雨により近隣では土砂災害が発生していたが、図 6 より、検討区間では連続雨量としては、最大でも 140mm 程度の降雨であったことがわかる。また、メッシュごとに連続雨量が異なっており、最大値 143mm、最小値 68mm とその差は 75mm と倍半分の差が生じていたことがわかる。一方、通行規制区間内で見ると、116mm と 99mm であり、テレメーターの設置位置でのメッシュの方が小さな値を示している。図 7 より、連続雨量の時間変化をみると、降雨降り始めから 18 時間ぐらいまでは、メッシュ間での差はほとんどないが、その後降雨継続時間が長くなるにつれて、時間雨量の降り方の違いにより、連続雨量に差が生じている。

(2) H21.8.9-8.10 の期間 連続雨量分布図を図 8 に示す。また、連続雨量の時間変化を図 9 に示す。図 8 より、メッシュごとに連続雨量が異なっており、検討区間では最大値 214mm、最小値 175mm とその差は 39mm となっている。一方、通行規制区間内で見ると、200mm と 190mm であり、テレメーターの設置位置でのメッシュの方が小さな値を示している。この場合、通行規制区間内では連続雨量の規制値の 200mm の降雨が降っていたにもかかわらず、テレメーターの設置位置では連続雨量の規制値に達していないため、通行止めの処置が行われていなかったことになる。図 9 より、連続雨量の時間変化をみると、降雨降り始めから 23 時間まではメッシュ間での差はほとんど見られず、降雨

期間終盤での時間雨量の降り方の違いにより、最終的な連続雨量に差が生じている。

(3) H23.5.10-5.12 の期間 連続雨量分布図を図 10 に示す。また、連続雨量の時間変化を図 11 に示す。

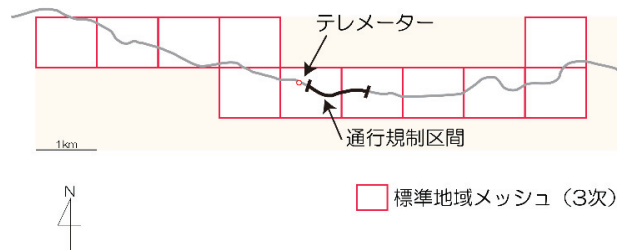


図 5 検討範囲。

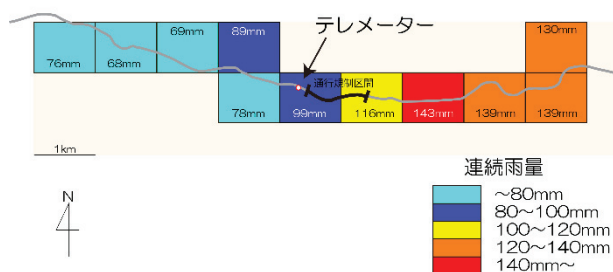


図 6 連続雨量分布図 (H26.8.16-8.17)。

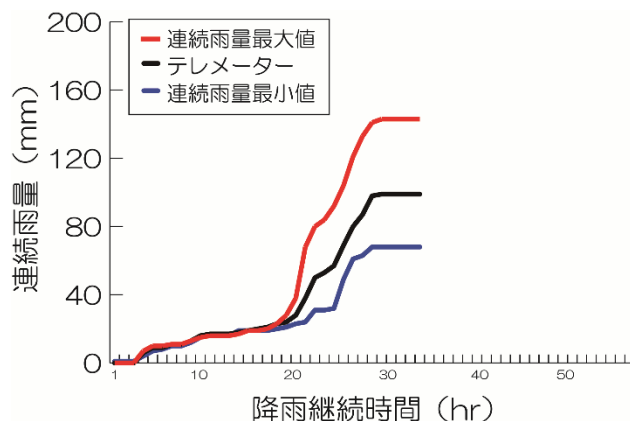


図 7 連続雨量の時間変化 (H26.8.16-8.17)。

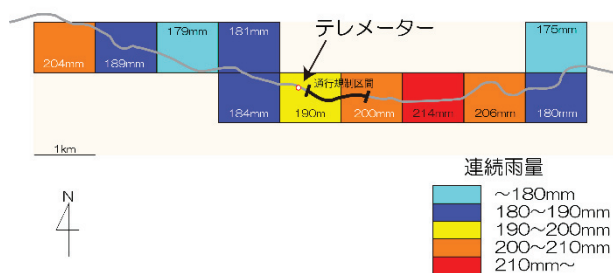


図 8 連続雨量分布図 (H21.8.9-8.10)。

図 10 より、メッシュごとに連続雨量が異なっており、検討区間では最大値 204mm、最小値 151mm とその差は 53mm となっている。一方、通行規制区間内でみると、204mm と 192mm であり、テレメーターの設置位置でのメッシュの方が大きな値を示しており、連続雨量の規制値を超える降雨がテレメーターの設置位置でとらえられていたことになる。図 11 より、連続雨量の時間変化をみると、降雨降り始めから 5 時間以降では時間雨量の降り方の違いにより、連続雨量に差が生じている。

(4) H23.5.28-5.30 の期間 連続雨量分布図を図 12 に示す。また、連続雨量の時間変化を図 13 に示す。

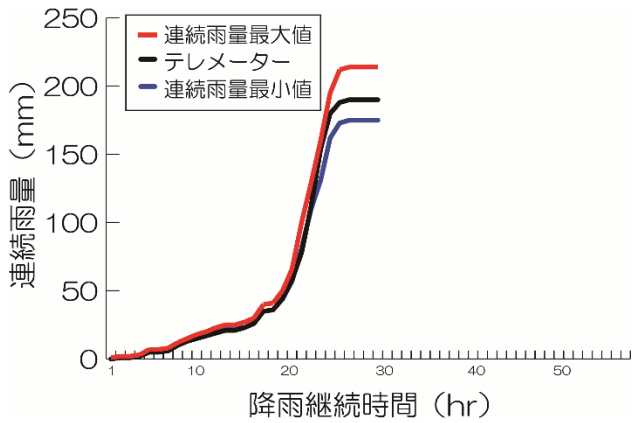


図 9 連続雨量の時間変化 (H21.8.9-8.10)。

図 12 より、メッシュごとに連続雨量が異なっており、検討区間では最大値 214mm、最小値 170mm とその差は 44mm となっている。一方、通行規制区間内でみると、213mm と 207mm であり、テレメーターの設置位置でのメッシュの方がわずかながら大きな値を示しており、連続雨量の規制値を超える降雨がテレメーターの設置位置でとらえられていたことになる。図 13 より、連続雨量の時間変化をみると、降雨降り始めから 18 時間以降では時間雨量の降り方の違いにより、連続雨量に差が生じている。

(5) H23.9.19-9.22 の期間 連続雨量分布図を図 14 に示す。また、連続雨量の時間変化を図 15 に示す。図 14 より、メッシュごとに連続雨量が異なっており、検討区間では最大値 268mm、最小値 220mm とその差は 48mm であり、いずれのメッシュにおいても連続雨量の規制値を超える降雨が降っていたことがわかる。

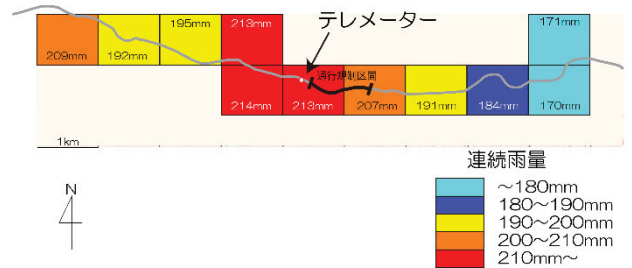


図 12 連続雨量分布図 (H23.5.28-5.30)。

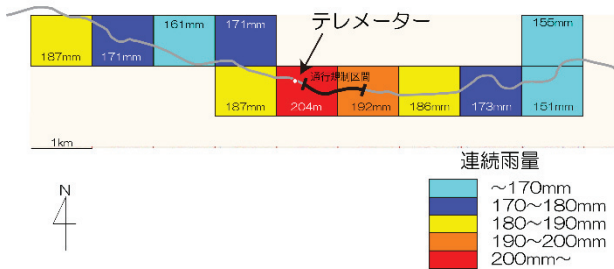


図 10 連続雨量分布図 (H23.5.10-5.12)。

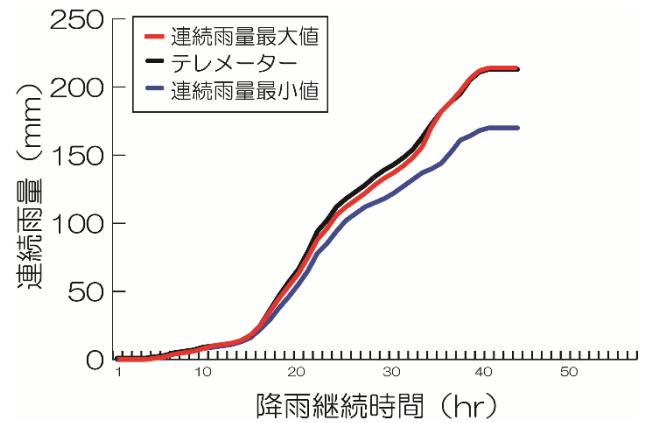


図 13 連続雨量の時間変化 (H23.5.28-5.30)。

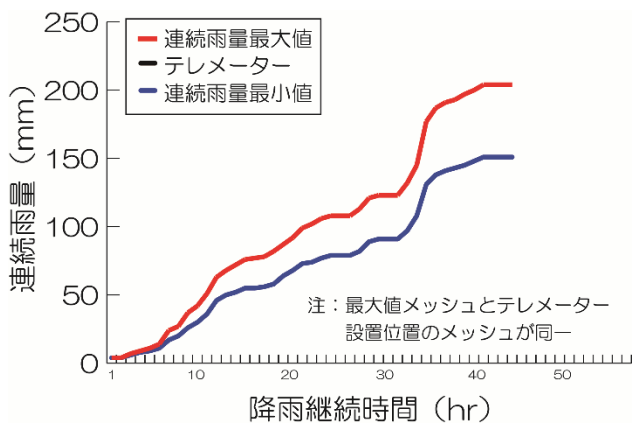


図 11 連続雨量の時間変化 (H23.5.10-5.12)。

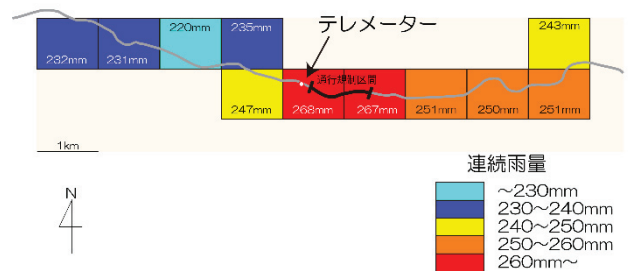


図 14 連続雨量分布図 (H23.9.19-9.22)。

一方、通行規制区間でみると、268mmと267mmとほぼ同じ値を示しており、通行規制値を超える降雨がテレメーターの設置位置でとらえられていたことになる。図15より、連続雨量の時間変化をみると、降雨降り始めから8時間以降では降雨継続時間が長くなるにつれて、時間雨量の降り方の違いにより、連続雨量に差が生じている。

(6) H25.9.14-9.16の期間 連続雨量分布図を図16に示す。また、連続雨量の時間変化を図17に示す。図16より、メッシュごとに連続雨量が異なっており、検討区間では最大値229mm、最小値208mmとその差は21mmであり、いずれのメッシュにおいても連続雨量の規制値を超える降雨が降っていたことがわかる。一方、通行規制区間でみると、229mmと224mmとテレメーターの設置位置でのメッシュの方がわずかではあるが大きな値を示しており、連続雨量の規制値を超える降雨がテレメーターの設置位置でとらえられていたことになる。図17より、連続雨量の時間変化をみると、最大値と最小値を示したメッシュでの違いが大ききは見られない。

(7) 考察 以上の結果をまとめると、降雨の局地性が見て取れ、隣接するメッシュにおいて連続雨量の差が約20~30mmみられる降雨もあり、さらに検討区間内においては最大と最小の連続雨量の差が最大で75mm生じる降雨もあった。また、テレメーター設置位置において、当該降雨期間中の最大連続雨量が観測される降雨もあれば、最大連続雨量との差が40mm以上もある降雨も見られた。また、通行規制区間内では連続雨量の規制値を超える降雨が降っていたにもかかわらず、テレメーターの設置位置では連続雨量の規制値に達していない降雨も見られた。一方、連続雨量の時間変化についてみると、各メッシュにおいて降雨の降り始めには、メッシュ間の差がほとんどないが、降雨継続時間が長くなるにつれて、時間雨量の降り方の違いにより、連続雨量に差が生じていることが分かる。本研究で対象とした国道では、通行規制区間が1.2kmであったため、テレメーターの設置位置と通行規制区間内の連続雨量との差は最大でも17mmしかなかったが、通行規制区間が長くなればなるほど、テレメーターの設置位置と通行規制区間の連続雨量に大きな差が生じる可能性が懸念される。言い換えれば、通行規制区間が長くなればなるほど、上述したような通行規制区間内に規制雨量を超える雨が観測されているにもかかわらず、テレメーター設置位置では、規制雨量を超える雨が観測されないような降雨が生じやすくなり、その結果、通行規制発令のタイミングに関する問題を生じる可能性が考えられる。したがって、通行規制区間が数kmに及ぶような場合、テレメーターの設置位置については、当該地域の降雨特性を詳細に調べるなどの検討が必要であり、テレメーターを補足するような雨量観測体制の構築が重要であると考えられる。

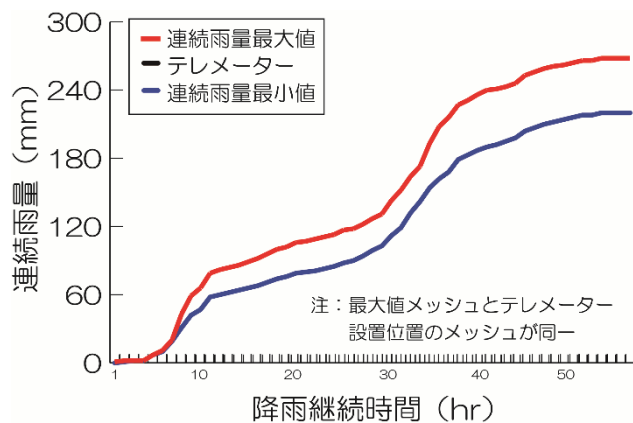


図15 連続雨量の時間変化(H23.9.19-9.22).

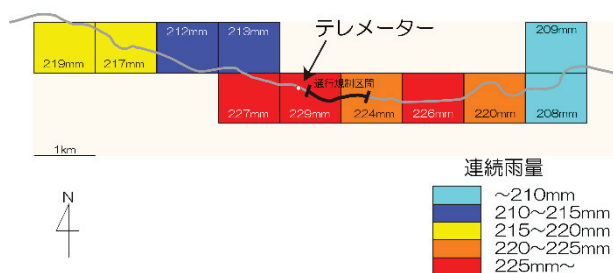


図16 連続雨量分布図 (H25.9.14-9.16).

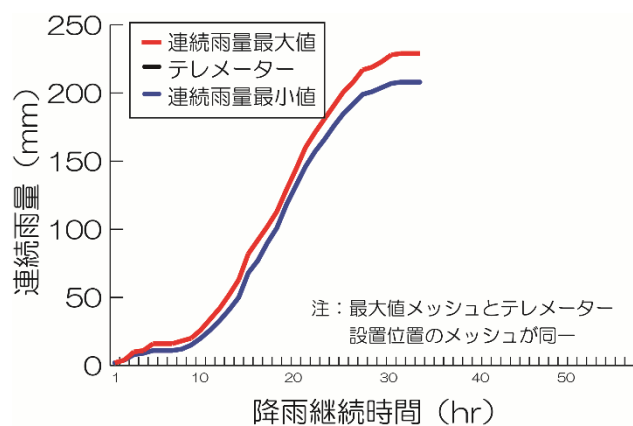


図17 連続雨量の時間変化(H25.9.14-9.16).

4. まとめ

本研究ではある国道を対象として、テレメーター設置位置とその周辺のレーダー・アメダス解析雨量結果を比較・検討し、雨量観測体制の課題点等を明らかにした。以下に得られた結果を示す。

1)降雨の局地性が見て取れ、隣接するメッシュにおいて連続雨量の差が約20~30mmみられる場合や検討区間内においては最大と最小の連続雨量の差が最大で75mm生じる場合もあった。

2)連続雨量の時間変化についてみると、各メッシュにおいて降雨の降り始めには、メッシュ間の差がほとんどないが、降雨継続時間が長くなるにつれて、時間雨量の降り方の違いにより、連続雨量に差が生じていた。

3)通行規制区間内では連続雨量の規制値を超える降雨が降っていたにもかかわらず、テレメーターの設置位置では連続雨量の規制値に達していない降雨も見られた。通行規制区間が長くなればなるほど、このような降雨が生じやすくなり、その結果、通行規制発令のタイミングに関する問題を生じる可能性が懸念される。

4)テレメーターの設置位置については、当該地域の降雨特性を詳細に調べるなどの検討が必要であり、テレメーターを補足するような雨量観測体制の構築が重要である。

謝辞

レーダー・アメダス解析雨量データの収集にあたっては、国際航業(株)の原口勝則氏の助力を得た。ここに記して深く感謝致します。

参考文献

- (1) 国土交通省：事前通行規制及び道路防災対策について、<http://www.mlit.go.jp/common/000186389.pdf>.
- (2) 国土交通省近畿地方整備局：事前通行規制区間情報一覧、<http://road.kkr.mlit.go.jp/road/index.html>.
- (3) 岩井重久，石黒政儀：応用水文統計学，森北出版，370p.，1970.
- (4) 気象庁：過去の気象データ・ダウンロード，<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>.
- (5) 気象業務支援センター：解析雨量，<http://www.jmbc.or.jp/hp/offline/cd0100.html>.