

第 1 章

はじめに

第1章 はじめに

津口裕茂（予報研究部）

大阪管区気象台 気象防災部 防災調査課

本研究では、『必要条件』・『十分条件』という用語を使用している。本来、これらの用語には学術用語として厳密な定義が存在しており、本研究での使用方法は学術的には明らかに間違いである。しかし、2年間にわたった平成25・26年度の地方共同研究の立案・実施・まとめにおいて、これらの用語を以下の定義で使用してきたいきさつがある。このため、本報告内の『必要条件』・『十分条件』を別の用語に置き換えた場合、本文の意図するところや真意が間違っ読者に伝わってしまうおそれがある。以上のことから、本報告では、『必要条件』・『十分条件』を他の用語に修正することは行わず、以下の定義を使用することをお許しいただきたい。

集中豪雨・大雨は、多数の発達した積乱雲が組織化することによってもたらされる。積乱雲が発生・発達し、多数の積乱雲が組織化するためには、さまざまな条件がある。基本的な条件として、「①大気下層での暖湿な空気の継続的流入」と「②大気の成層状態が“不安定”」がある。しかし、これらの条件だけでは、集中豪雨・大雨をもたらし積乱雲が発生することはできない。つまり、積乱雲が発生するためには、「③積乱雲発生のトリガーとなる大気下層の空気を持ち上げる“強制力”の存在」がなければならない。さらに、単一の積乱雲だけでもたらされる降水量はそれほど多くないことから、多数の積乱雲が組織化（降水システム）する必要がある。このためには、「④積乱雲の組織化に寄与する適度な鉛直シアの存在」がなければならない。

①～④をまとめて集中豪雨・大雨が発生するための条件とすることができるが、本研究では、①・②と③・④を分けて考える。集中豪雨・大雨が発生する大気環境場における主に熱力学的な条件である①・②を集中豪雨・大雨が発生するための『必要条件』と呼ぶ。具体的には、大気下層の高相当温位の気塊の流入、低い自由対流高度や高い平衡高度などの条件のことを指している。一方、積乱雲を発生させ、組織化させる主に力学的な条件である③・④を集中豪雨・大雨が発生するための『十分条件』と呼ぶ。具体的には、水平風収束の存在や地形の影響、中・下層風の鉛直シアなどの条件のことを指している。第1.1図に①～④の条件を示す。

梅雨末期や台風期には、しばしば集中豪雨・大雨が発生する。ひとたび集中豪雨・大雨が発生すると、土砂崩れや河川の氾濫などの甚大な災害がもたらされることがあり、最悪の場合には死者が出ることもある。このような災害を引き起こす集中豪雨・大雨の正確な

予測は気象庁のもっとも重要な役割の一つであるが、予報技術が進歩した現在においても、その正確な予測は非常に難しい。集中豪雨・大雨の正確な予測を実現するためには、観測技術や数値予報モデル等の開発を進めることはもちろん必要であるが、集中豪雨・大雨が発生する環境場や集中豪雨・大雨をもたらす降水系の発生・発達・衰弱メカニズムに関する理解をより深めていくことが重要である。

これまで、集中豪雨・大雨に関する数多くの調査・研究(主に事例解析)が行われてきており、集中豪雨・大雨が発生する場合の様々な特徴(下層の暖湿気塊の流入、中層の低温状態の形成と維持、鉛直シアの存在、地形効果など)が明らかになってきている。近年では、事例解析に加えて集中豪雨・大雨に関する複数の事例解析の比較や環境場の統計解析などが行われており、集中豪雨・大雨についての理解はさらに進んできている。しかし、このような取り組みもまだまだ十分とは言えないのが現状である。

以上のような問題意識から、大阪管区(大阪管区气象台・彦根地方气象台・京都地方气象台・神戸地方气象台・奈良地方气象台・和歌山地方气象台・広島地方气象台・岡山地方气象台・松江地方气象台・鳥取地方气象台・高松地方气象台・徳島地方气象台・松山地方气象台・高知地方气象台)と予報研究部(担当者:津口裕茂研究官)は、平成23・24年度に「集中豪雨発生の必要条件の抽出とその妥当性」というテーマで、地方共同研究に取り組んだ。本研究では、事例ごとの解析でとどめるのではなく、複数の事例解析を比較することで集中豪雨・大雨が発生する環境場の必要条件を抽出した。また、数値予報資料を有効に活用することを検討し、限られた要素(500m高度の相当温位/水蒸気フラックス量、500hPa面の気温)ではあるが、客観解析データ等を用いて集中豪雨・大雨が発生する定量的な必要条件(各要素の閾値)を求めた。これらの結果は地方官署での予報現業にも活用されており、一定の成果をあげることができた。しかし、以下に示す課題も残った。

- ・ 集中豪雨・大雨のサンプル数が少ないために、必要条件の信頼度が十分ではない。
- ・ 集中豪雨・大雨発生にとって重要と考えられる他の要素の調査がなされていない。
- ・ 集中豪雨・大雨発生のための『十分』条件(下層収束の有無、地形の影響など)が調査されていない。

前回の地方共同研究で残された課題を解決することが、集中豪雨・大雨のメカニズムの理解とより正確な予測につながると考え、平成25・26年度には「集中豪雨・大雨発生の必要条件の妥当性の確認と十分条件の抽出」というテーマで以下の目標を設定し、引き続き地方共同研究に取り組んだ(第1.2図に研究の概要を示す)。

- ・ 集中豪雨・大雨のサンプル数を増やし、事例解析と統計解析を組み合わせることで、既知の必要条件(500m高度の相当温位/水蒸気フラックス量)の妥当性を確認し、信頼度を向上させる。また、他の必要条件を抽出し、その妥当性についても確認する。
- ・ 集中豪雨・大雨事例を観測データと客観解析データを用いて詳細に解析する。また、気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)による再現・感度実験に取り組む。特に、集中豪雨・

大雨の発生のタイミングに焦点を当て、集中豪雨・大雨が発生する十分条件(下層収束の有無、地形の影響など)を詳細に調べ、抽出する。

これらの目標を達成するために、大阪管区と予報研究部では、具体的に以下の調査・解析を行った。

【大阪管区】

- ・ これまでの調査・研究で得られた集中豪雨・大雨に関する知見をあらためて収集・整理し、その地域の集中豪雨・大雨事例の特徴を把握する。
- ・ 集中豪雨・大雨事例のサンプル数を増やし、客観解析データ等を用いて集中豪雨・大雨発生の必要条件の統計解析を行い、その妥当性を確認する。
- ・ 抽出したいくつかの事例について、観測データと客観解析データを用いて、環境場や降水系の解析を行う。必要であれば、気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)を用いて再現・感度実験を行う。特に、集中豪雨・大雨の発生タイミングと持続・維持(降水系の停滞)に焦点を当て、集中豪雨・大雨発生の十分条件を詳細に調べて抽出する。
- ・ 解析から得られた必要条件と十分条件を表にまとめる。

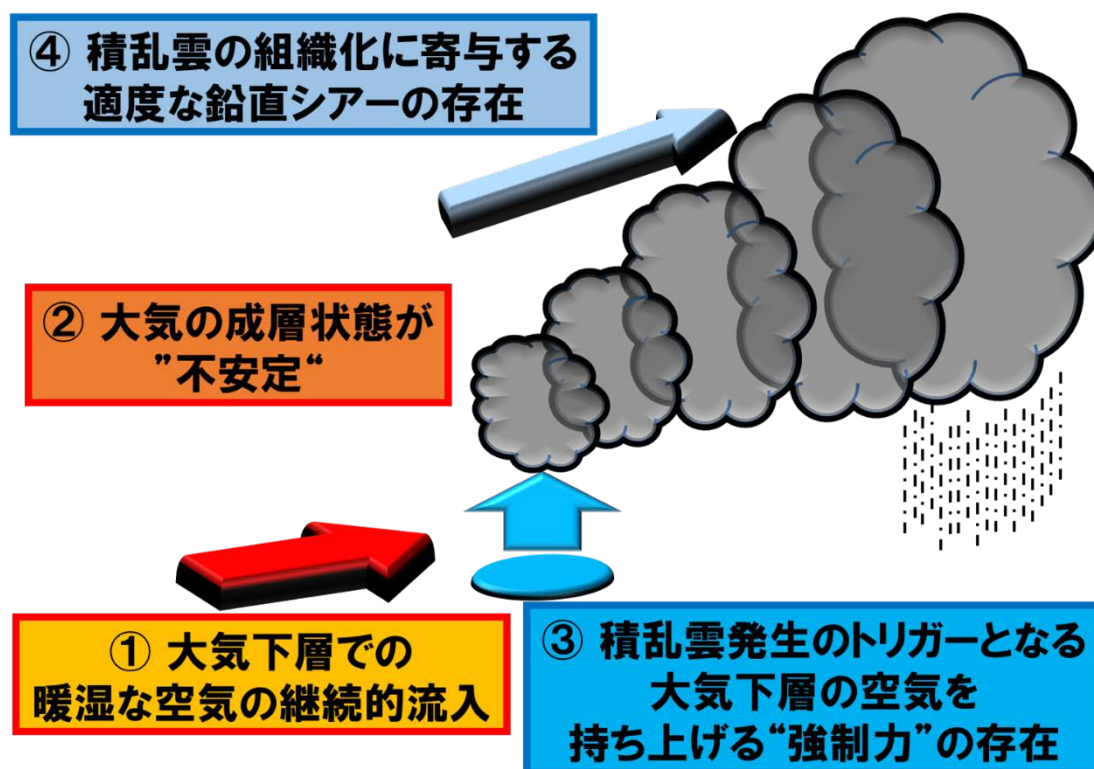
【予報研究部】

- ・ 大阪管区が含まれる西日本域を対象にして、集中豪雨・大雨が発生する総観～メソ α スケールの環境場について、客観解析データを用いて統計的に解析する。
- ・ 集中豪雨・大雨の降水量と環境場を表す数多くの要素との相関関係を統計的に調べることで、集中豪雨・大雨が発生する環境場の把握に有効な要素を見出す。
- ・ 集中豪雨・大雨が発生する環境場を気候場等と比較することで、集中豪雨・大雨が発生する環境場の特徴をより明瞭にする。
- ・ 解析から得られる結果と大阪管区の調査・解析結果との比較を行い、類似・相違点を調査する。
- ・ 大阪管区が取り組む調査・研究に対して、適切な指導を行う。

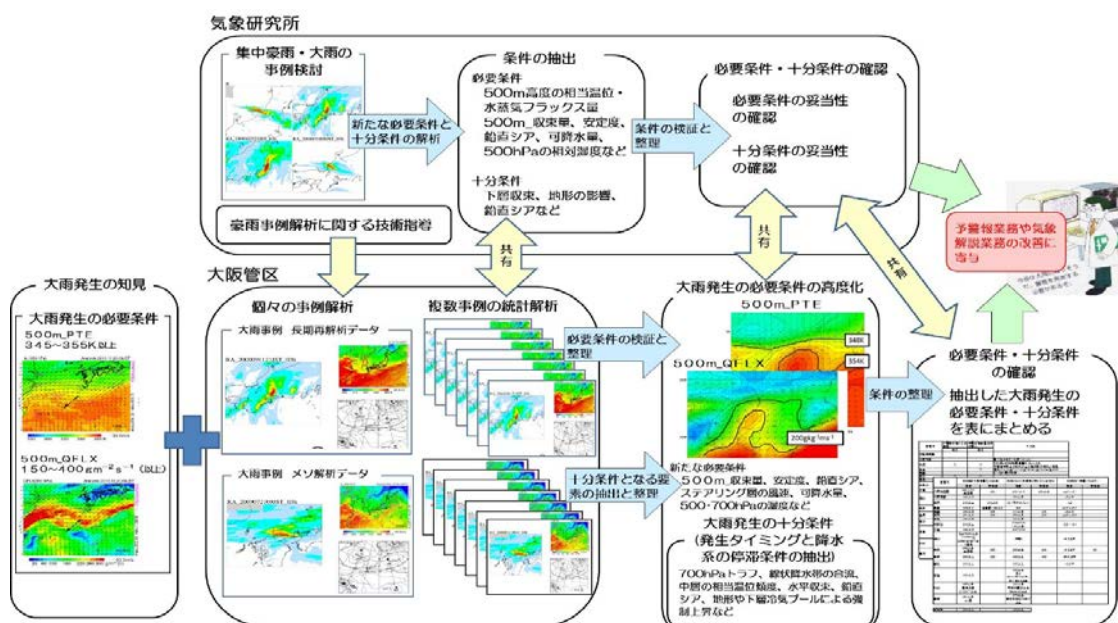
本報告は、本地方共同研究の成果が今後の他の調査・研究の参考になるだけでなく、予報現場において少しでも役立つことを考えて、取りまとめたものである。主に平成 25・26 年度の地方共同研究「集中豪雨・大雨発生の必要条件の妥当性の確認と十分条件の抽出」から得られた成果をまとめたが、もちろん平成 23・24 年度の地方共同研究「集中豪雨発生の必要条件の抽出とその妥当性」の成果も含まれている。大阪管区の担当分と予報研究部の担当分については別章を設けて記載し、最後に地方共同研究全体のまとめを記述した。

最後に、本地方共同研究を進めるにあたり、大阪管区气象台、彦根地方气象台、京都地方气象台、神戸地方气象台、奈良地方气象台、和歌山地方气象台、広島地方气象台、岡山地方气象台、松江地方气象台、鳥取地方气象台、高松地方气象台、徳島地方气象台、松山地方气象台、高知地方气象台の関係者のみなさま、気象研究所企画室のみなさまには多大なるご支援をいただいたことに謝意を表す。予報研究部のみなさんには本報告の原稿を査読していただき、有益なコメント等を多数頂いた。特に、大阪管区との地方共同研究の前

任者である瀬古弘予報研究部第二研究室長には、数多くのご助言や励ましを頂いた。また、益子渉主任研究官には、本報告の編集委員を担当して頂いた。以上の方々にこの場を借りてお礼申し上げます。



第 1.1 図：集中豪雨・大雨をもたらす降水システムの発生・発達についての概念図。赤枠①・②は本研究における『必要条件』，青枠③・④は本研究における『充分条件』。



第 1.2 図：平成 25・26 年度の地方共同研究「集中豪雨・大雨発生の必要条件の妥当性の確認と十分条件の抽出」の概要。