

今日は大雨に着目

近年の極端な気象現象の変化と 大雨をもたらす線状降水帯

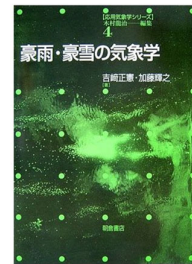
お勧め参考書



気象庁
Japan Meteorological Agency

加藤輝之

気象庁気象研究所
台風・災害気象研究部



線状降水帯を初めて
紹介した教科書



非売品
(気象庁HPに掲載)



昨年11月発売

講演内容

序説. 世界/日本の自然災害による人的被害の推移
大雨をもたらすもの、不安定な大気状態とは

1. 線状降水帯の認知、特徴と定義

線状降水帯の用語の由来、形状の特徴と出現特性

2. 集中豪雨の経年変化と線状降水帯発生数の今後

アメダスデータを用いた近年45年の変化

気候予測実験による線状降水帯発生数の温暖化の影響

3. 線状降水帯の形成タイプと組織化過程

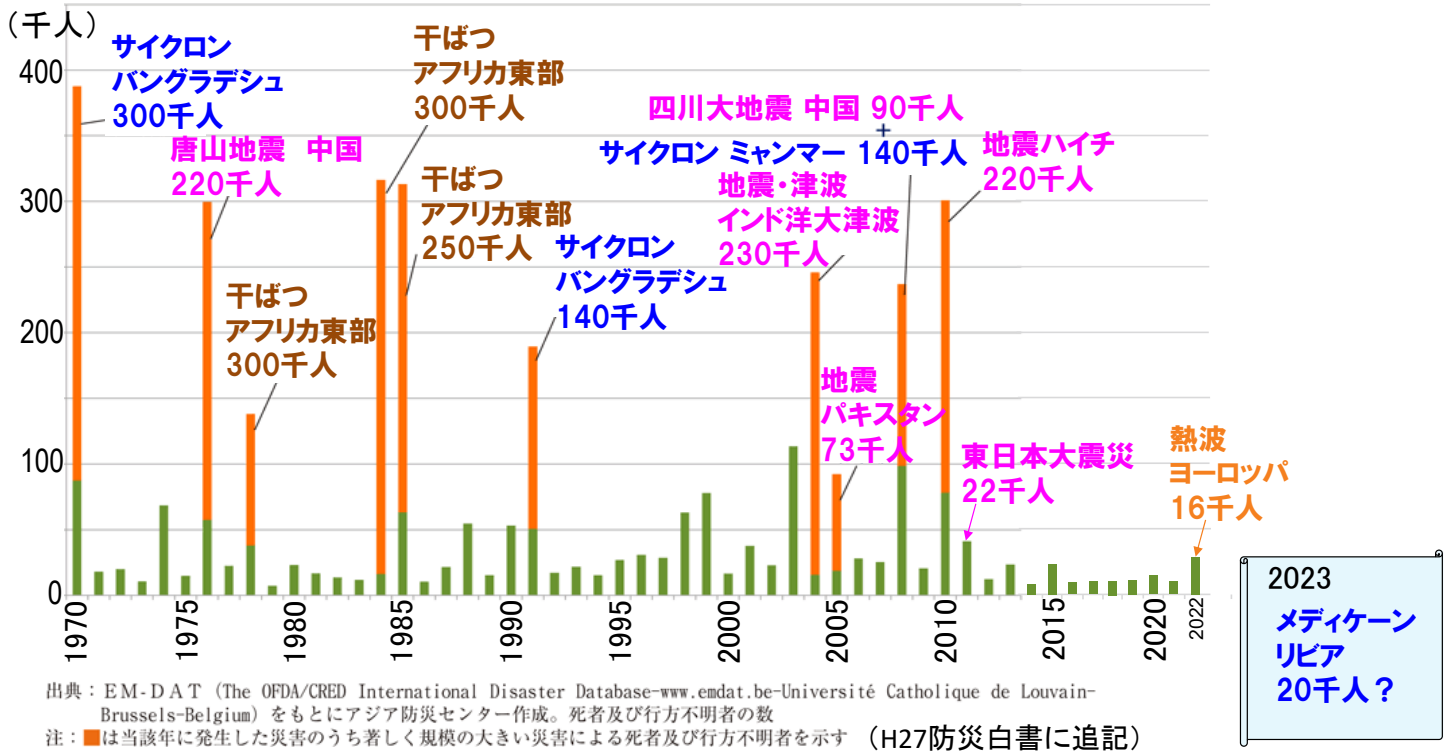
破線型・バックビルディング型形成

4. 過去の大雨事例での線状降水帯の寄与度

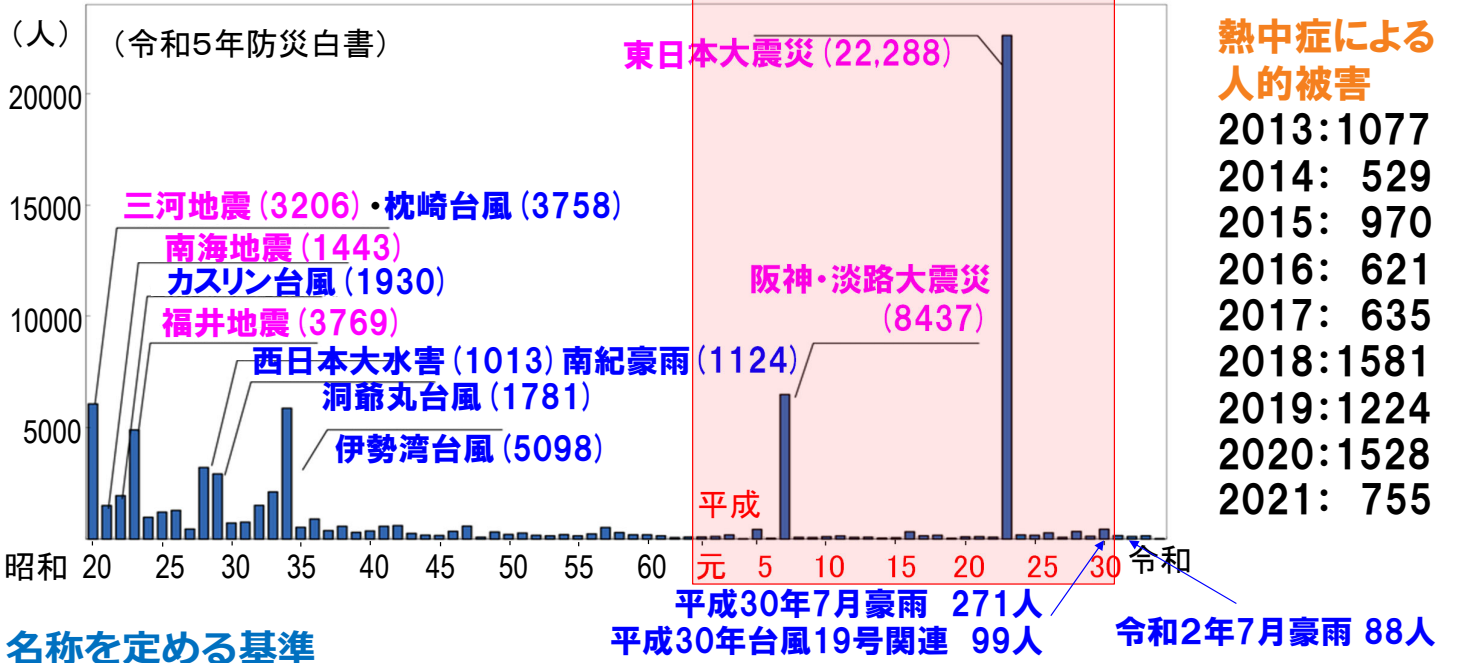
5. 災害に備えて 神戸市を例として



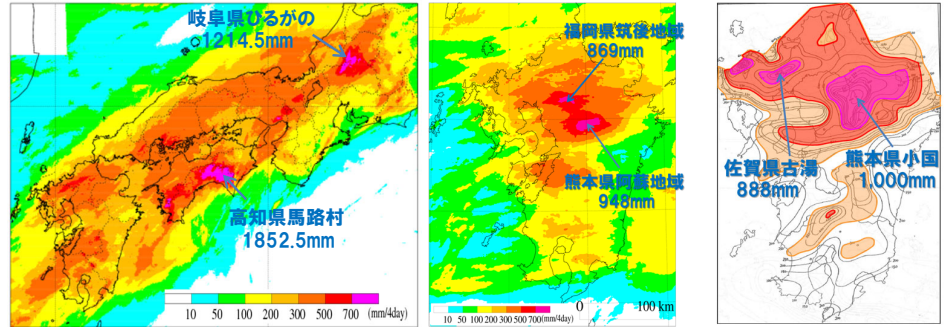
世界における自然災害(熱波を含む)による人的被害の推移



日本における自然災害(熱波を除く)による人的被害の推移



最近と過去の豪雨被害の比較



		平成30年7月豪雨	平成24年7月九州北部豪雨	昭和28年6月西日本大水害
期日(期間)		2018.7.5~8	2012.7.11~14	1953.6.24~29
人的被害(人)	死者(行方不明者含む)	271	32	1,013
	負傷者	484	27	2,720
住宅被害(棟)	全壊	6,767	363	5,699
	半壊	11,243	1,500	11,671
総雨量500(300)ミリ以上の領域(km ²)		11,000 (101,000)	2,600 (12,000)	20,000 (40,000)

大雨をもたらすものは

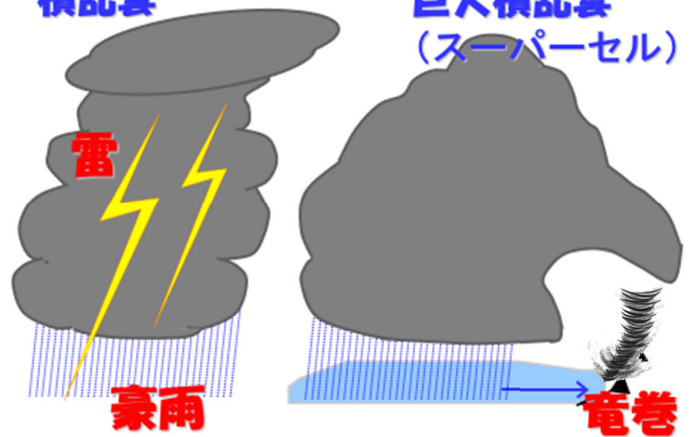


積乱雲

巨大積乱雲
(スーパーセル)

キーポイント

積乱雲



積乱雲の発生・発達3条件

- ・大気下層と上空の温度差が大きいこと
- ・大気下層に水蒸気が十分あること
- ・大気下層の空気を上空に持ち上げてくれる外力



1. 線状降水帯の認知、 特徴と定義

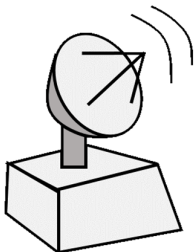


線状降水帯の用語の由来
形状の特徴と出現特性

大雨時の降水分布は



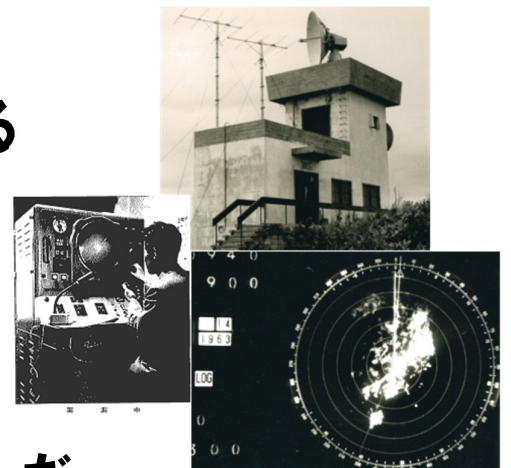
気象レーダーで確認できる



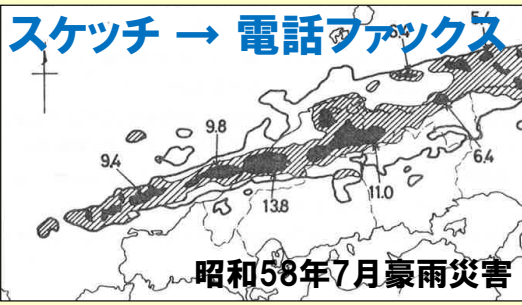
レーダー観測の近代化



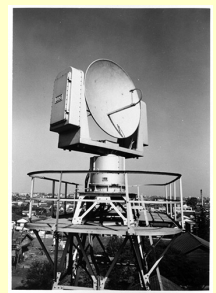
大雨に関する知見の蓄積が進んだ



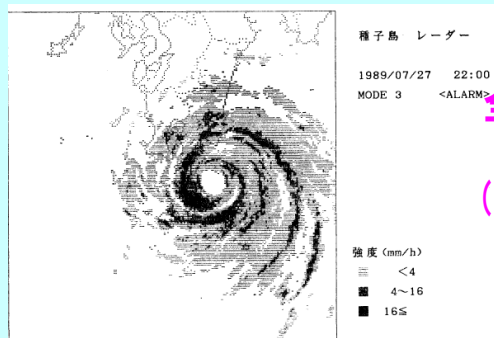
レーダー観測の近代化(デジタル処理)



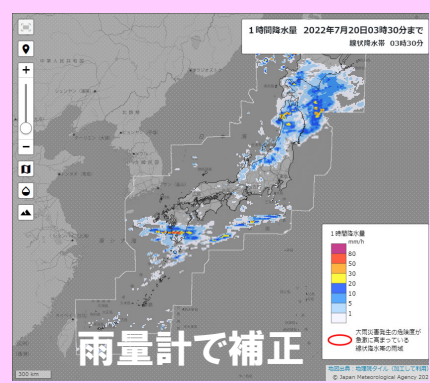
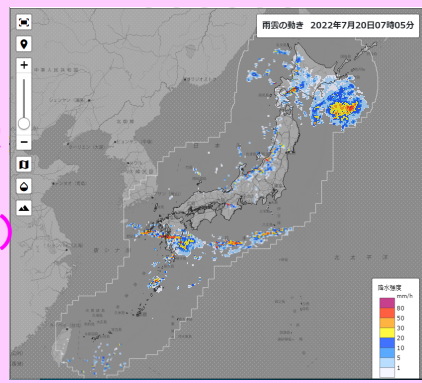
問題点：
 定量的・総合的処理が不可能
 即時性（作成・情報伝送の時間大）
 均質化（職人技）



1954年(昭和29年)に大阪管区气象台に設置された日本初の同型実用気象レーダー



全国一体運用 (1990~)



デジタル化(1981~)

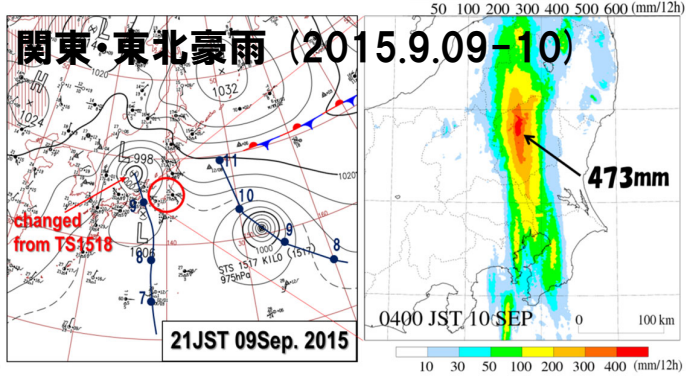
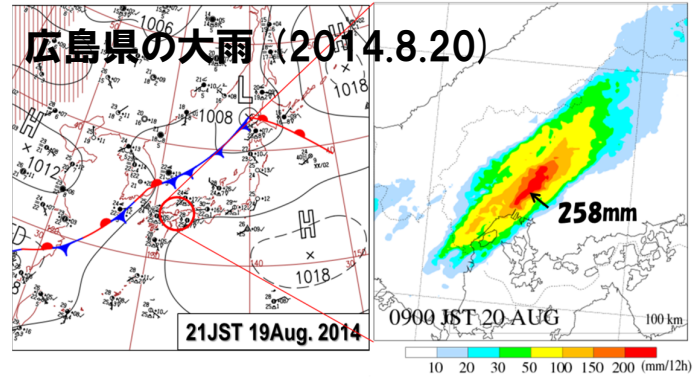
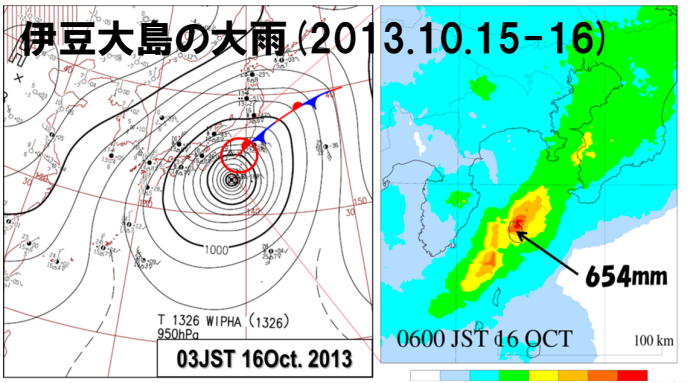
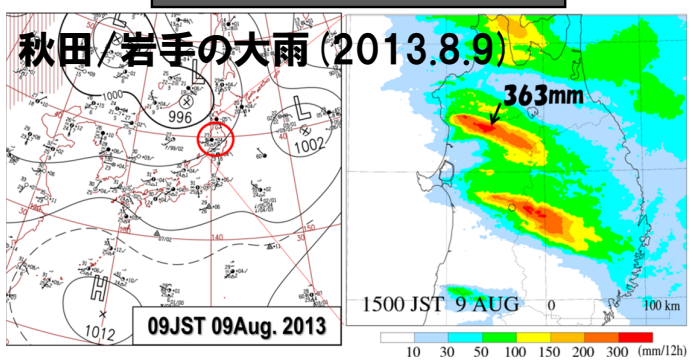
全国合成

解析雨量

毎年、日本各地で集中豪雨が発生！

それも、線状のものが多い

地上天気図/12時間降水量

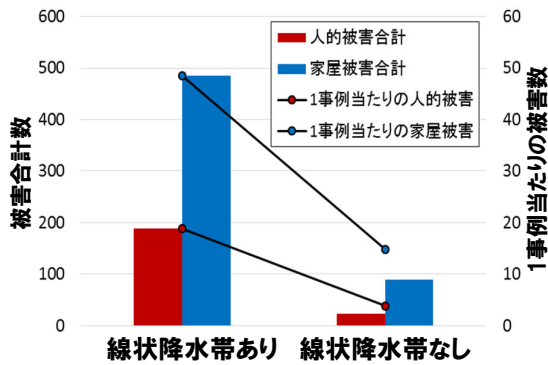


線状降水帯の形成と土砂災害による被害の関係

国土技術政策総合研究所作成資料から

人的被害が1人以上または家屋被害が5戸以上発生した事例が対象

線状降水帯の有無	対象降雨事例数	人的被害合計	家屋被害合計	1事例当たりの人的被害 (行方不明者含む)	1事例当たりの家屋被害 (全壊が対象)	家屋被害 1戸当たりの人的被害
① あり	10	188	485	18.8	48.5	0.39
② なし	6	23	89	3.8	14.8	0.26
①/②	1.7	8.2	5.4	4.9	3.3	1.5

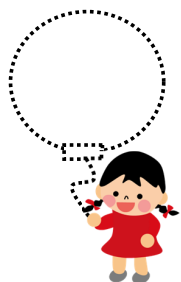


災害発生年月	都道府県名	市町村名	災害原因	土砂災害初発時刻	全壊	犠牲者数
H23.9.4	和歌山	那智勝浦町	台風12号/豪雨	2:30	89	24
H23.9.4	和歌山	新宮市	台風12号/豪雨	4:00	6	5
H21.7.21	山口	防府市	豪雨	12:00	29	14
H24.7.12	熊本	阿蘇市	豪雨	4:30	60	22
H24.7.14	福岡	八女市	豪雨	8:00	28	1
H25.7.28	山口	萩市	豪雨	11:00	21	2
H25.8.9	秋田	仙北市	豪雨	11:34	5	6
H25.10.16	東京	大島町	豪雨/台風26号	2:00	50	39
H26.8.17	兵庫	丹波市	豪雨	3:00	18	1
H26.8.20	広島	広島市	豪雨	3:00	179	74
H17.9.5	鹿児島	垂水市	台風14号	18:20	39	5
H17.9.6	宮崎	椎葉村	台風14号	7:40	11	3
H17.9.6	宮崎	高千穂町	台風14号	11:00	2	5
H18.7.19	長野	岡谷市	豪雨	2:50	13	8
H22.7.16	広島	庄原市	豪雨	16:30	14	1
H26.7.9	長野	南木曾町	豪雨	17:40	10	1

線状降水帯が形成された場合、人的・家屋被害とも非常に大きくなる



線状降水帯の命名の由来



戦略的基礎研究「メソ対流系の構造と発生・発達 のメカニズムの解明」

研究期間: 1998-2003

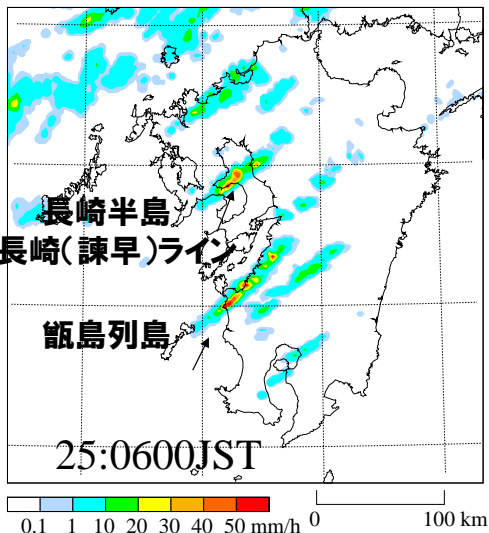
ターゲット: 梅雨期九州での
線状の降水システム

この研究に関わった研究者が
線状降水帯
という言葉を使いだした

教科書での定義 (2007年)

第1.1節を
線状降水帯
とし、
教科書として
初めて紹介

降水分布をみると、
... 100~200 km
程度で、幅が10~
30kmの**線状の降水
域**が見られる。...
その降水域が少な
くとも3時間はほと
んど移動していな
い。...多くの豪雨
は線状の降水域、
... **線状降水帯**が
長時間ほぼ同じ場
所に停滞すること
により引き起こさ
れるのである。



報道発表での最初の利用(2011年)

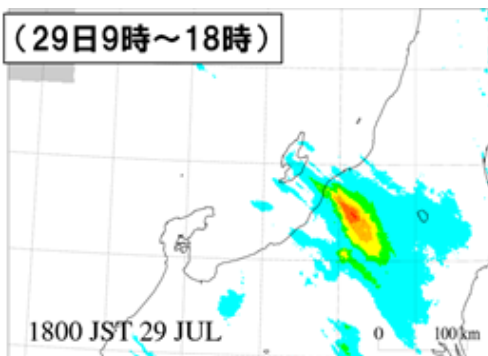
報道発表資料
平成23年8月4日
気象研究所

豪雨発生5日後

平成23年7月新潟・福島豪雨の発生要因について

9時間で500mm以上の降水をもたらした**線状降水帯**(下図)は、
積乱雲繰り返し風上側に発生する**バックビルディング型**形成によって
作り出されていたことが気象レーダの観測結果から確かめられました

ただ、線状降水帯よりも
「バックビルディング」
の方が人気





からの 継続した線状降水帯による大雨の報道発表

2012年	「平成24年7月九州北部豪雨」の発生要因について ～強い南西風の持続と東シナ海上からの水蒸気供給～
2013年	平成25年台風第26号にともなう伊豆大島の大雨の発生要因 ～局地前線の停滞と伊豆大島の地形による強化～
2014年	平成26年台風第8号にともなう沖縄本島での大雨の発生要因 ～冷氣プールによる降雨域の停滞と断熱冷却による不安定の強化～
	平成26年8月20日の広島市での大雨の発生要因 ～ 線状降水帯 の停滞と豊後水道での水蒸気の蓄積～
2015年	平成27年9月関東・東北豪雨の発生要因 ～2つの台風からの継続的な暖湿流の流入と多数の 線状降水帯 の発生～
2016年	2016年6月20-21日の長崎・熊本での大雨の発生要因について

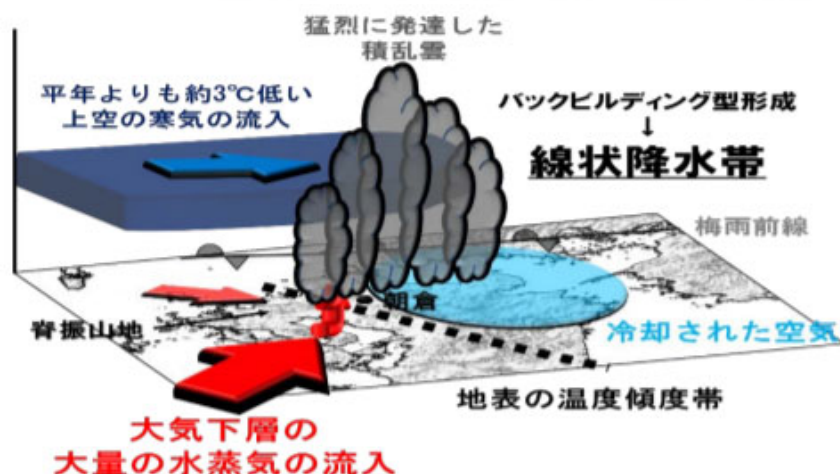
広島の大雨(副題に線状降水帯を付加)以降、
「バックビルディング」から線状降水帯が主体な報道へ

2017年の新語・流行語大賞にノミネート

報道発表資料
平成29年7月14日
気象研究所

平成29年7月5-6日の福岡県・大分県での大雨の発生要因について

～上空寒気による不安定の強化と猛烈に発達した積乱雲による**線状降水帯**～



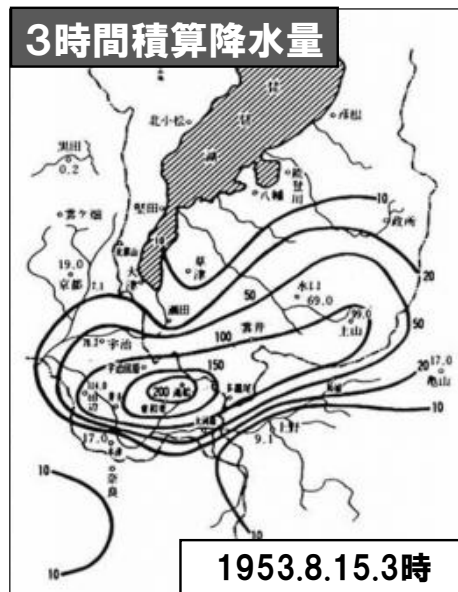
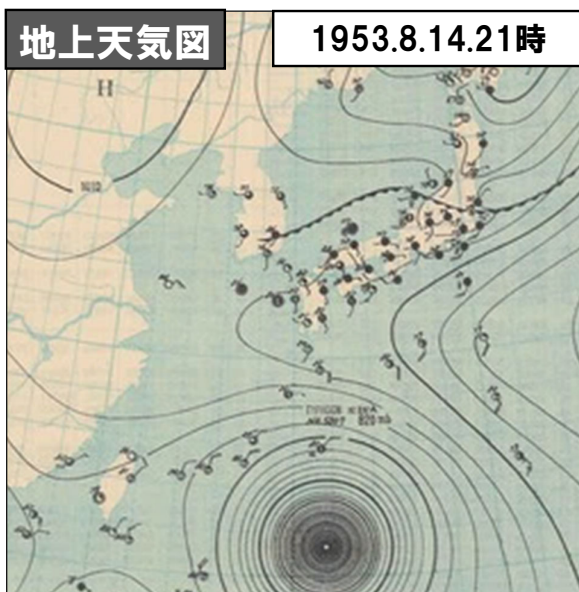
今回の大雨の発生要因の概念図

線状降水帯が世間で認知

集中豪雨の命名の由来（南山城水害）

昭和28年6月西日本大水害と同年

新聞紙面に初出



西日本大水害と南山城水害を契機に大阪に気象レーダーが設置

降水分布から線状降水帯による集中豪雨だと考えられる

線状降水帯のスケールと定義



2000年頃に日本で作られた新しい用語

気象庁用語集での定義

次々と発生する発達した雨雲(積乱雲)が列をなした、組織化した積乱雲群によって、数時間にわたってほぼ同じ場所を通過または停滞することで作り出される、線状にのびる長さ50～300km程度、幅20～50km程度の強い降水をともなう雨域。



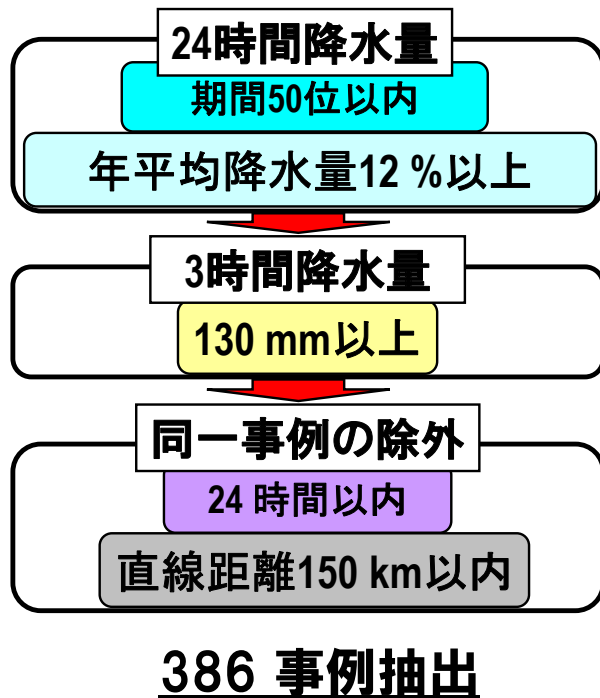
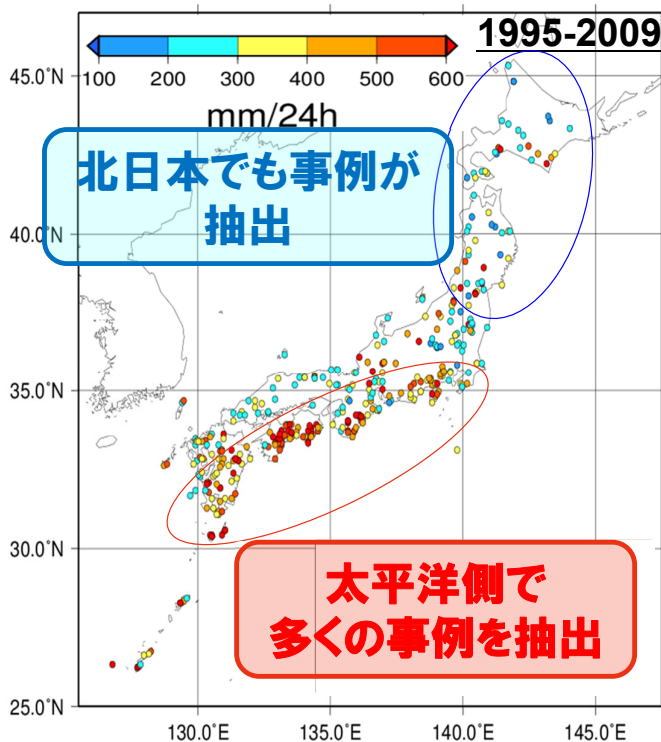
移動する降雨バンドは線状降水帯でない！
学術的に定量的な定義は存在しない

適切な英訳も存在しない→“Senjo-Kousuitai”

気象庁発表の情報は災害に直結する線状降水帯が対象

集中豪雨事例の客観的抽出

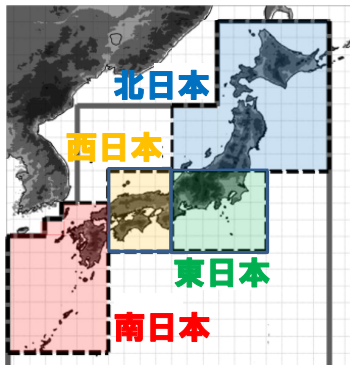
津口・加藤(2014)



降水系の形状別の集中豪雨事例の発生数

津口・加藤(2014)

台風・熱低本体による豪雨事例は除く

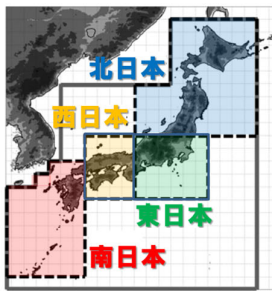


	北日本	東日本	西日本	南日本	合計
線状	25	38	45	60	168(64.4%)
その他	32	38	16	7	93(35.6%)
合計	57	76	61	67	261

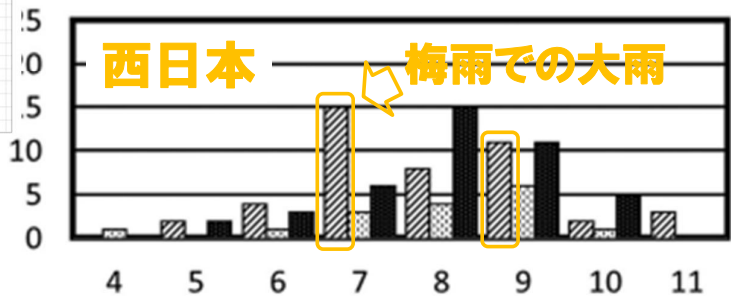
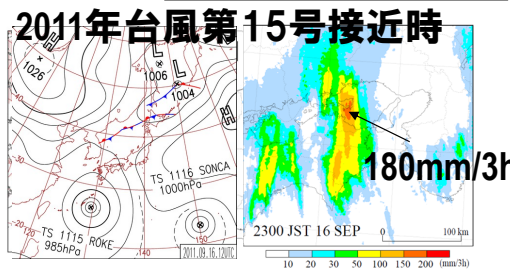
線状事例は縦横比3.0以上の降水域で定義

線状降水帯は集中豪雨事例の 64.4%
 (台風・熱低本体も含むと約半数 : Kato 2020)
特に南日本で豪雨事例のほとんどが線状降水帯!

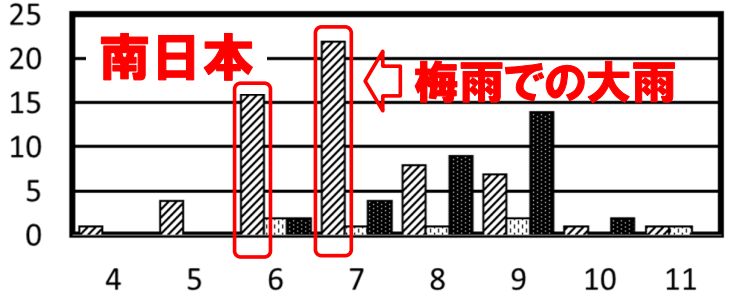
地域別-月別-降水系の形状別の 集中豪雨事例の発生数



津口・加藤(2014)



西日本:9月にも線状が多い → 台風の遠隔事例



西日本:7月
南日本:6-7月に線状が多い
→ 梅雨前線にともなう大雨の特徴

▨ 線状 ■ 台風・熱低本体 ▩ その他



3時間降水量130mm以上

2. 集中豪雨の経年変化と 線状降水帯発生数の今後

集中豪雨の経年変化：

アメダス（継続・近傍接続1178地点）から推定

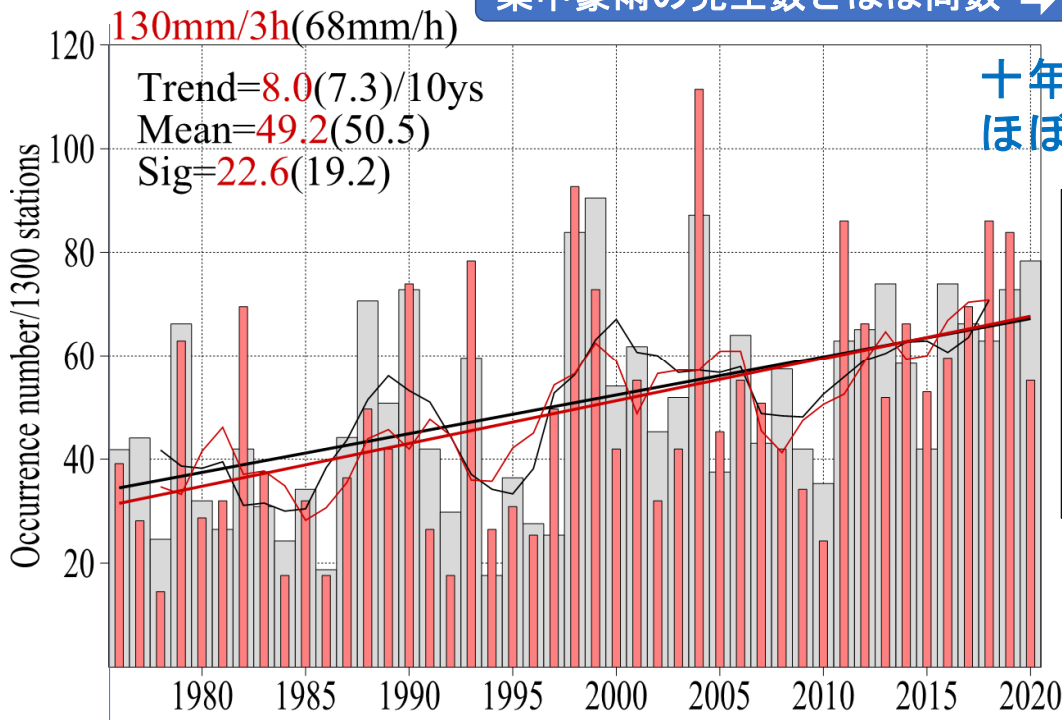
線状降水帯発生数の今後：

気候予測シミュレーションより地球温暖化の影響を調査



集中豪雨と短時間大雨の発生回数の経年変化

集中豪雨の発生数とほぼ同数 ➡ 閾値 (68mm/h) 決定



十年程度で
ほぼ同期して増減

長期変化傾向に
基づく1976年と
2020年との比較

集中豪雨: 2.2倍
短時間大雨: 2.0倍

地球温暖化の影響

加藤(2022)

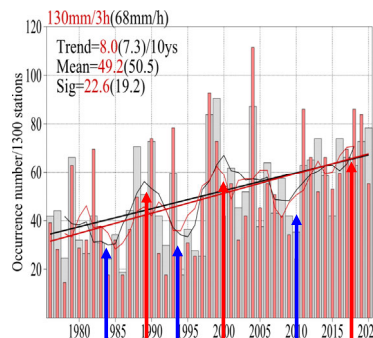
日本近海海面水温と 大雨発生頻度との関係

5年移動平均でみると、
おおむね非常によく対応がみられる

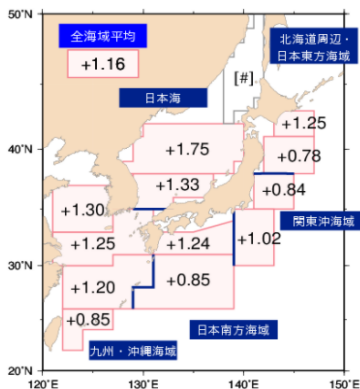
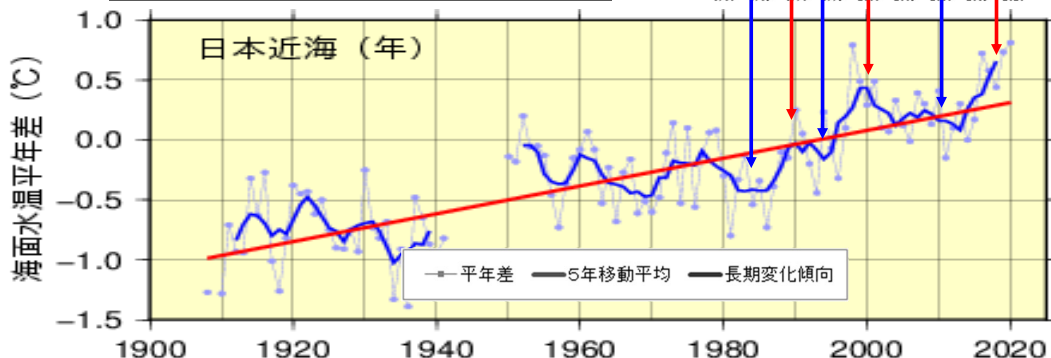
日本近海からの下層水蒸気の流入の影響大

集中豪雨と短時間大雨の発生数

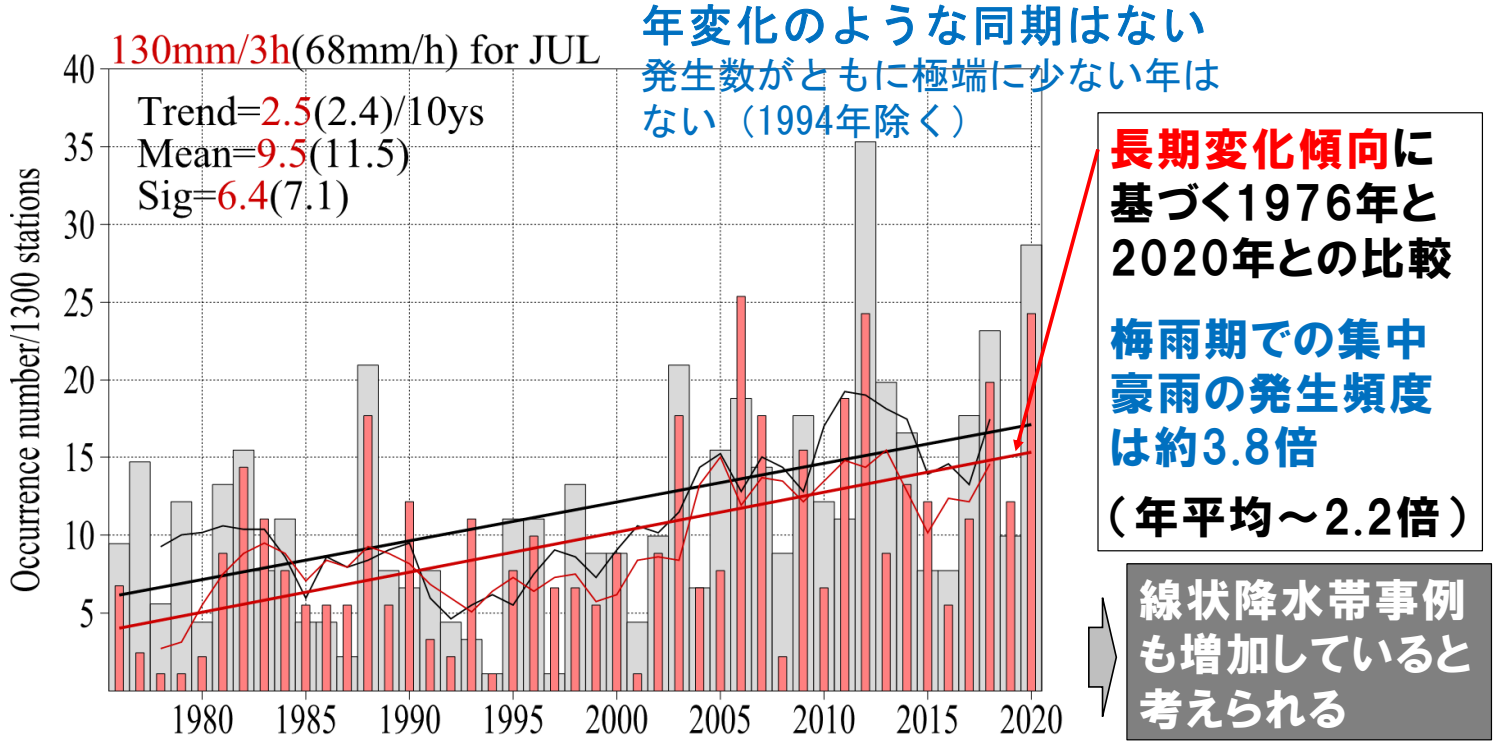
130mm/3h 68mm/h



日本近海の海域平均海面水温 (年平均)の上昇率(°C/100年)

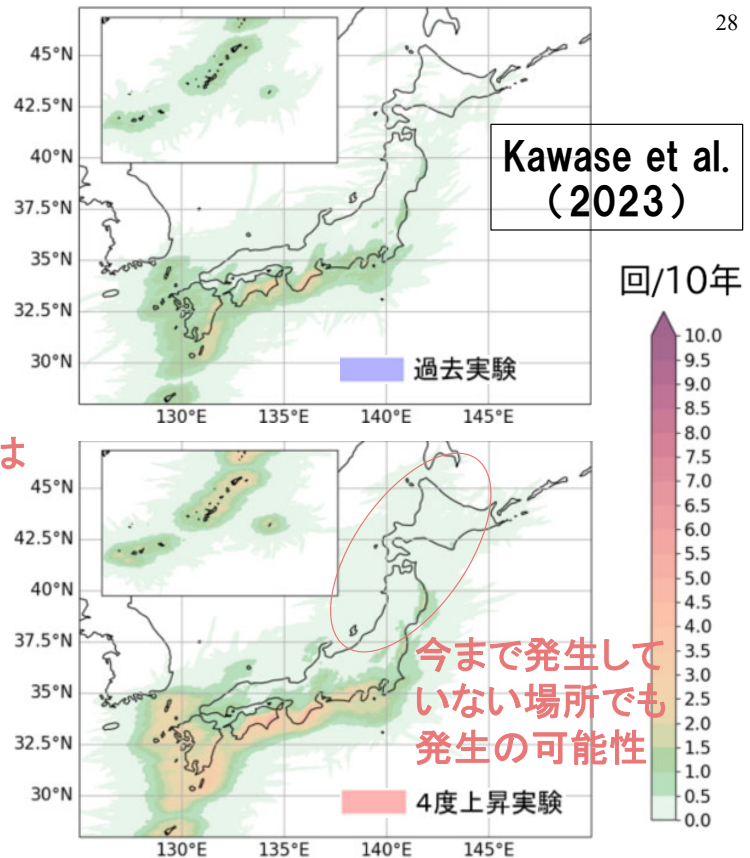
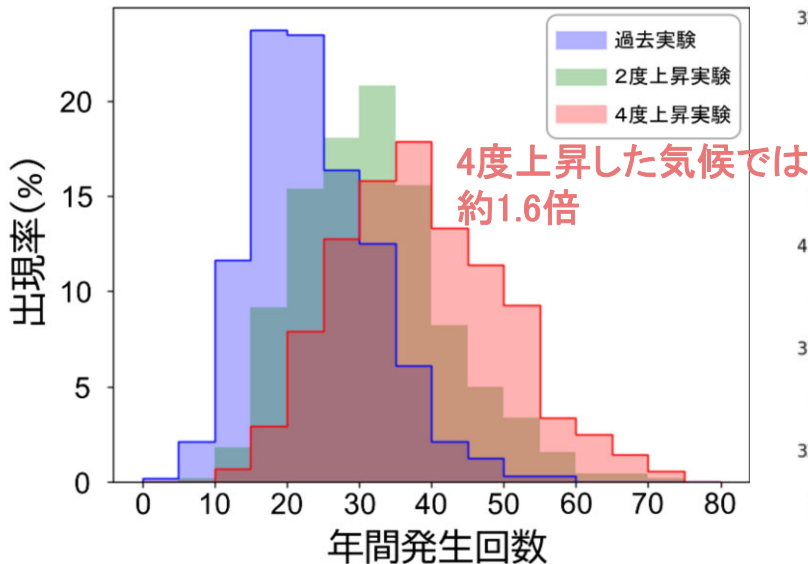


集中豪雨と短時間大雨の7月発生回数の経年変化



線状降水帯発生に対する地球温暖化の影響

「過去気候」: 1951年から2011年
「将来気候」: 2051年から2111年





3. 線状降水帯の形成タイプと組織化過程



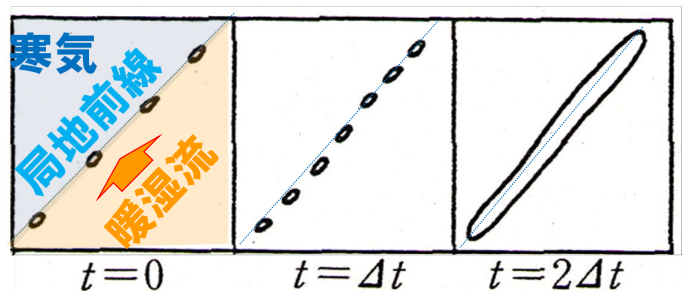
破線型・バックビルディング型形成

日本でみられる線状降水帯の2つの形成過程

ほぼどちらか

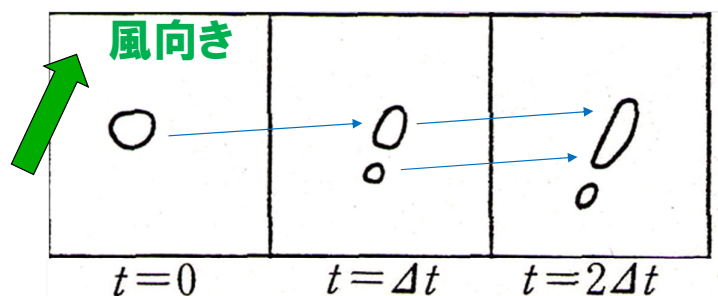
(1) 破線型(broken line type)

局地前線上に
暖湿流が流入することで、
個々の積乱雲(降水セル)
が同時期に発生

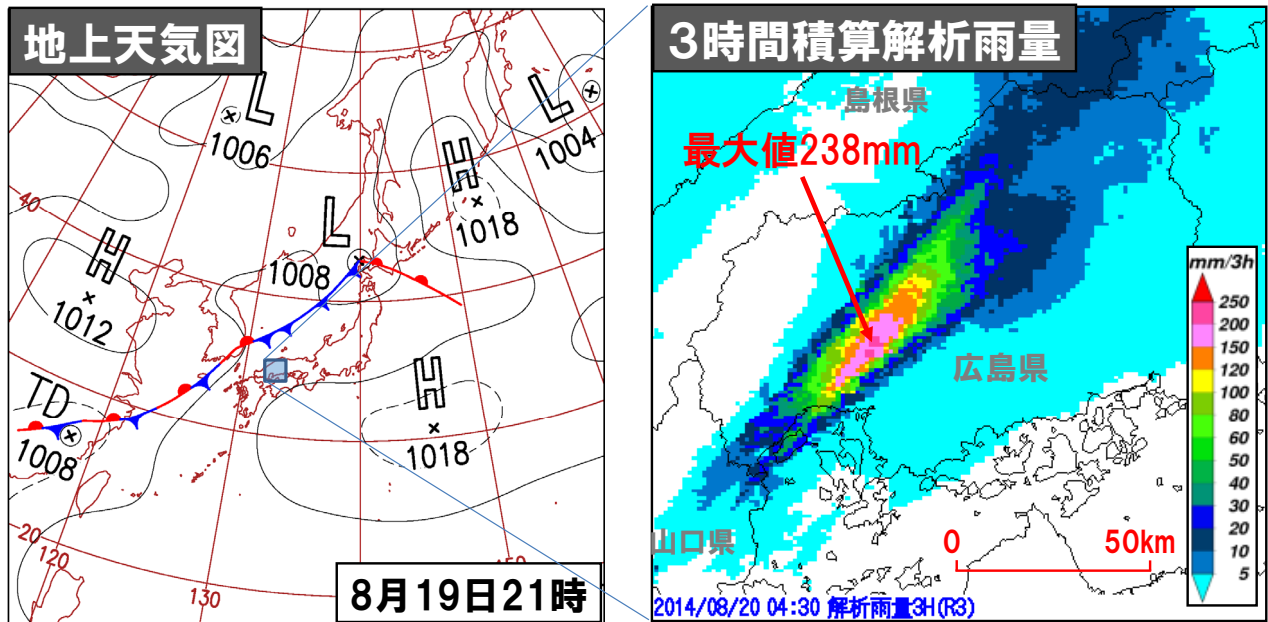


(2) バックビルディング形成型 (back building type)

降水セルからみて環境の風の
上流方向に新しいセルが
次々と出現し、それが発達・
移動して線状になる



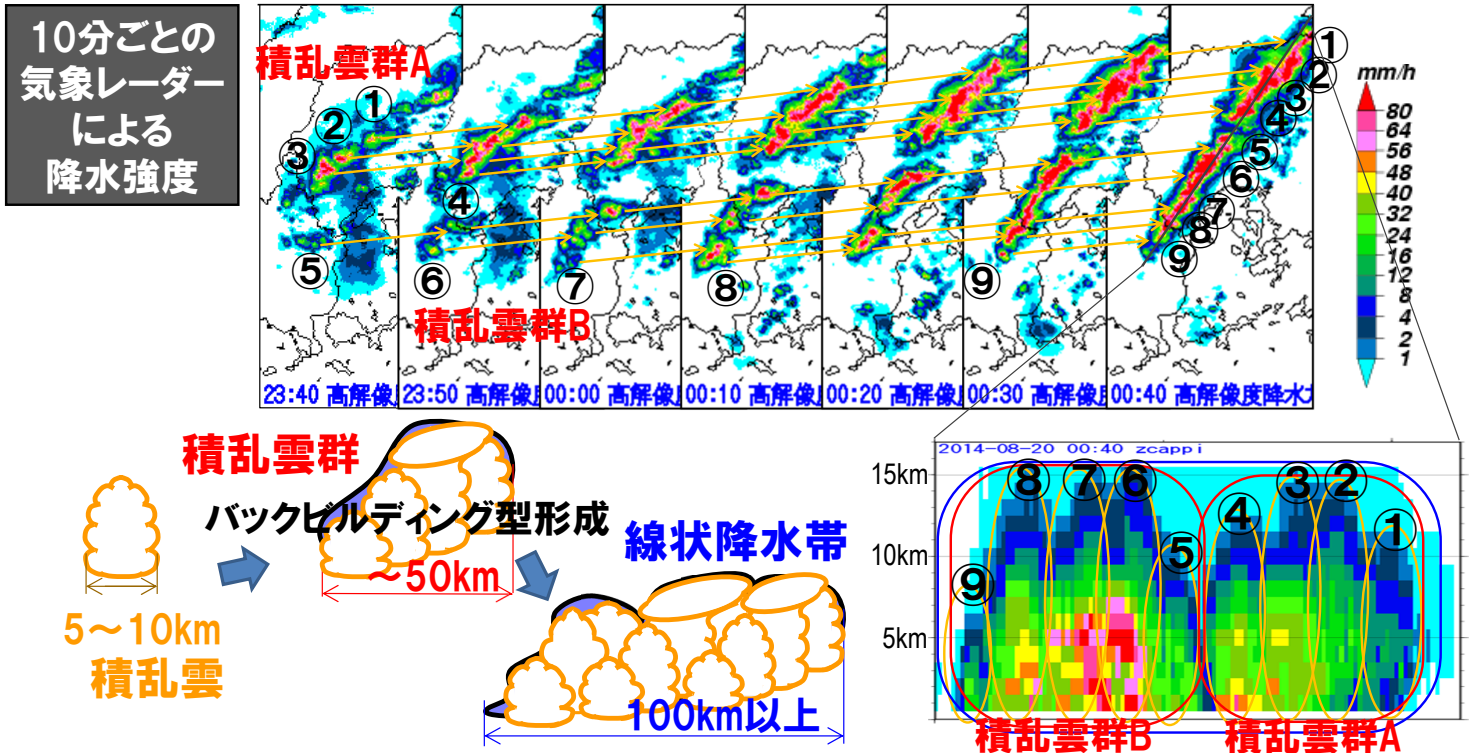
バックビルディング型形成による線状降水帯の例 (2014年8月広島での大雨)



(停滞)前線の約300km南側で、線状降水帯が発生

線状降水帯(積乱雲群AとB)の形成過程と構造

Kato(2020)





4. 過去の大雨事例での 線状降水帯の寄与度



対象事例：

- ・平成29年7月九州北部豪雨
- ・令和2年7月豪雨
- ・令和3年8月11日～14日の大雨

過去の大雨事例での線状降水帯発生分布

平成29年7月九州北部豪雨

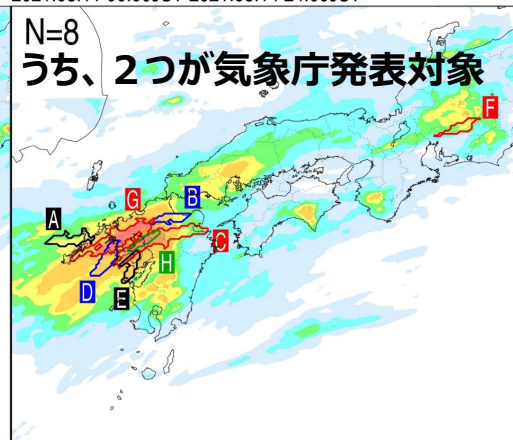
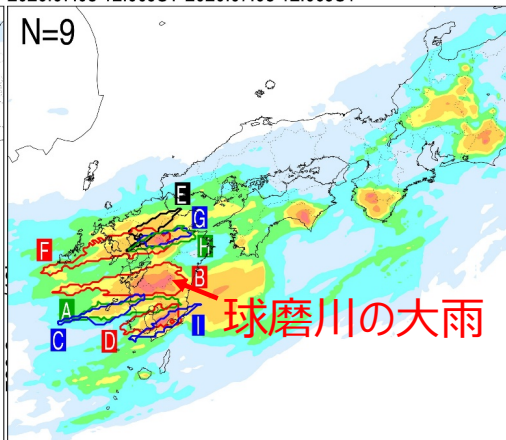
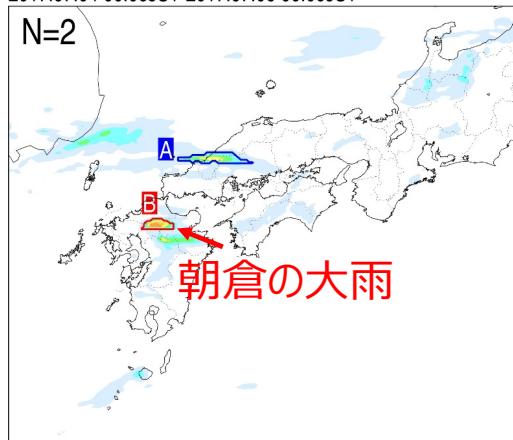
令和2年7月豪雨

令和3年8月11～14日の大雨

2017.07.04 00:00JST-2017.07.06 00:00JST

2020.07.03 12:00JST-2020.07.08 12:00JST

2021.08.11 00:00JST-2021.08.14 24:00JST



100 200 300 400 500 600 800 (mm/48h)

100 200 300 400 500 800 1000 (mm/120h)

100 200 300 400 500 800 1000 (mm/96h)

かなり局所的

九州全域で検出

九州北部を中心に検出

廣川康隆氏(気象研)作成資料

線状降水帯の総降水量に対する寄与率 —30% —50% —70%

平成29年7月九州北部豪雨

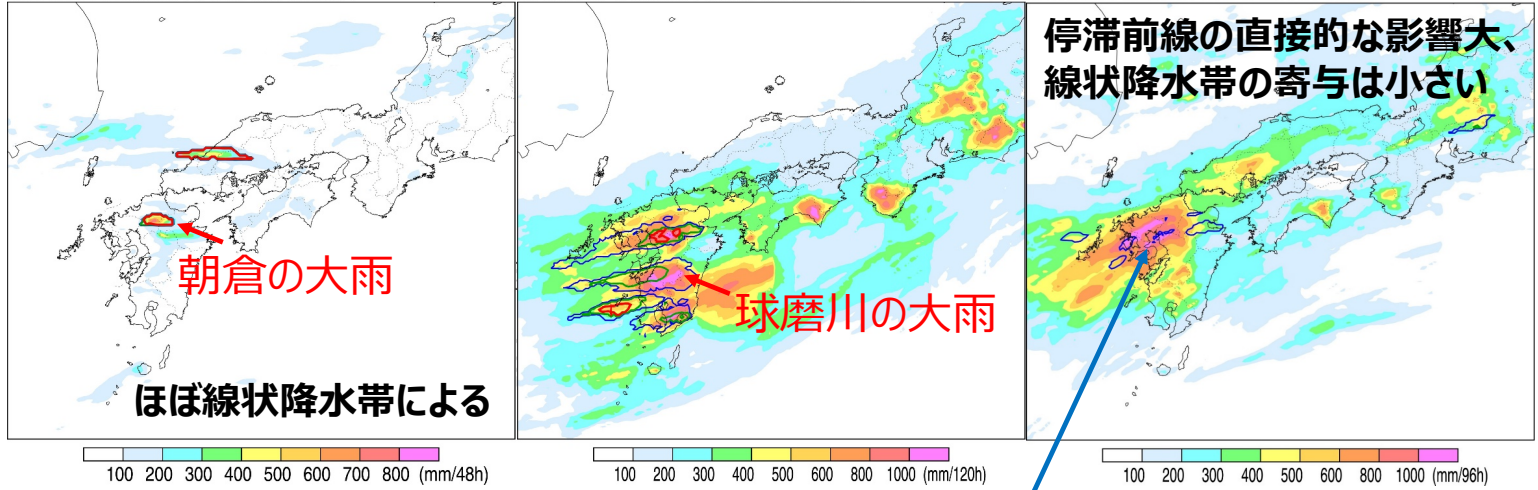
令和2年7月豪雨

令和3年8月11-14日の大雨

2017.07.04 00:00JST-2017.07.05 24:00JST

2020.07.03 12:00JST-2020.07.08 12:00JST

2021.08.11 00:00JST-2021.08.14 24:00JST



線状降水帯の寄与小の場合でも、発生直後に特別警報発表

廣川康隆氏(気象研)作成資料



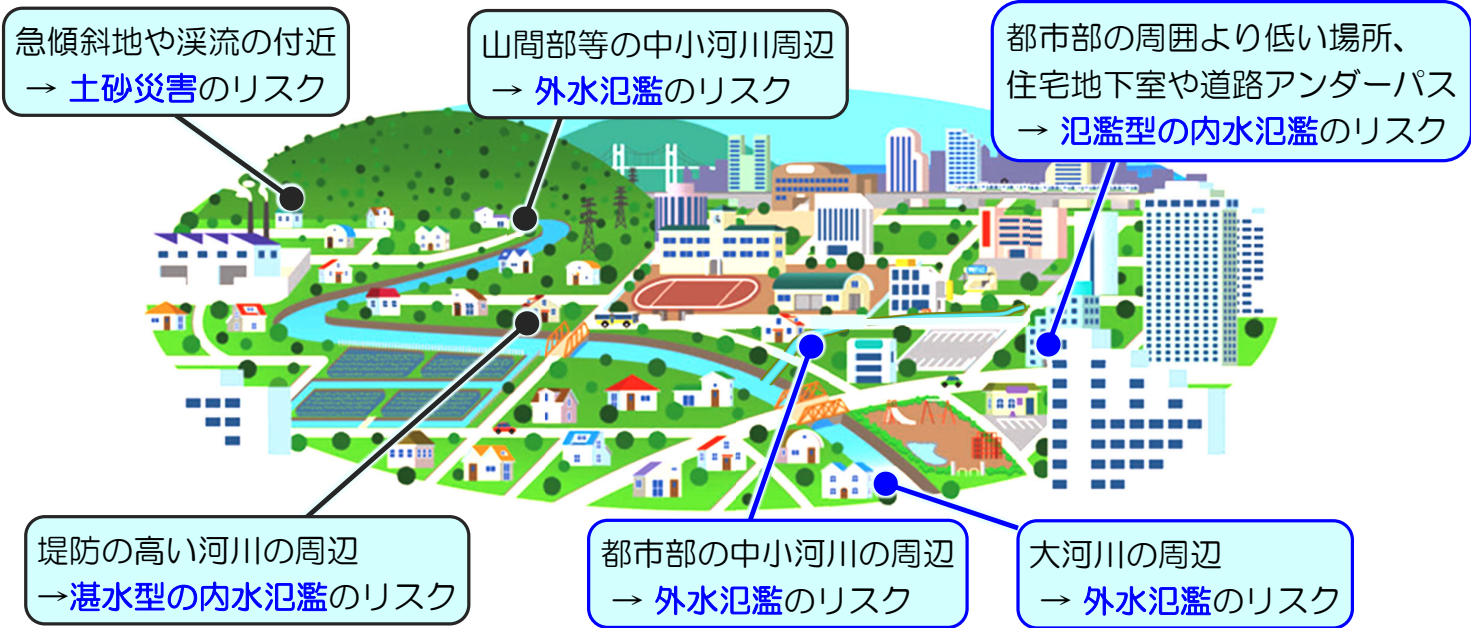
災害に備えて(何が出来るか?)

神戸市を例として



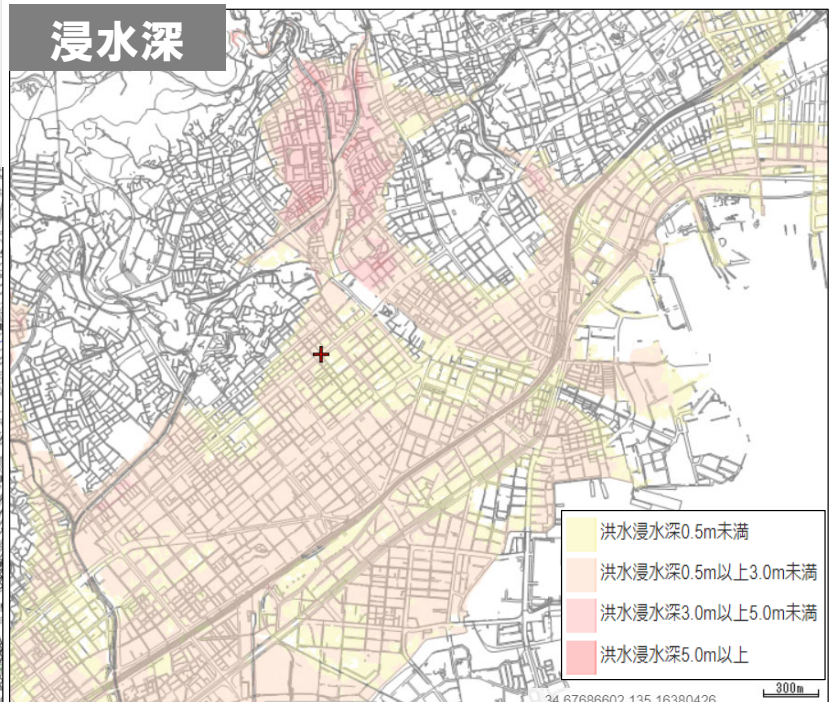
大雨による災害リスクのある場所を確認する

大雨によって起こる災害の種類は、場所によって異なる（ハザードマップで確認）。それぞれの場所に応じて必要な防災気象情報を活用することが重要。



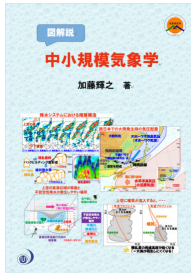
神戸市ハザードマップ

河川の洪水による浸水想定区域



線状降水帯～基礎研究が生み出した防災用語～

気象庁
ホームページ
で公開中



教科書『図解説 中小規模気象学』 での注釈



集中豪雨と同様に、**線状降水帯**の統一的な定義はないが、1時間～数時間の積算降水量分布で明瞭に認識できるものである。“線状”と“帯”という同意義的な言葉が繰り返されており、違和感を持たれるかもしれないが、上述のように**限定された降雨域のイメージを一般の方に持ってもらい、防災に役立ててもらいたいという思いが込められている。**