

2. 台風12号災害概要

2. 1 紀伊山地の地形・地質

2.1.1 地形

紀伊山地は、標高 2,000m 近い山々が連なる険しい壮年期の褶曲山脈で、第四紀を通して著しい隆起と侵食を続けている。最高峰の八経ヶ岳^{はちきょうがたけ} (1915m) をはじめ釈迦ヶ岳 (1800m)、山上ヶ岳 (1719m) 等の主峰からなる大峰山脈は南北方向に連なり、紀伊山地の脊梁をなしている。その東側には大台ヶ原 (1695m) を含む台高山脈^{だいこう}、西側には高野山から護摩壇山 (1372m) に連なる山地があり、それぞれ南北方向にのびている。

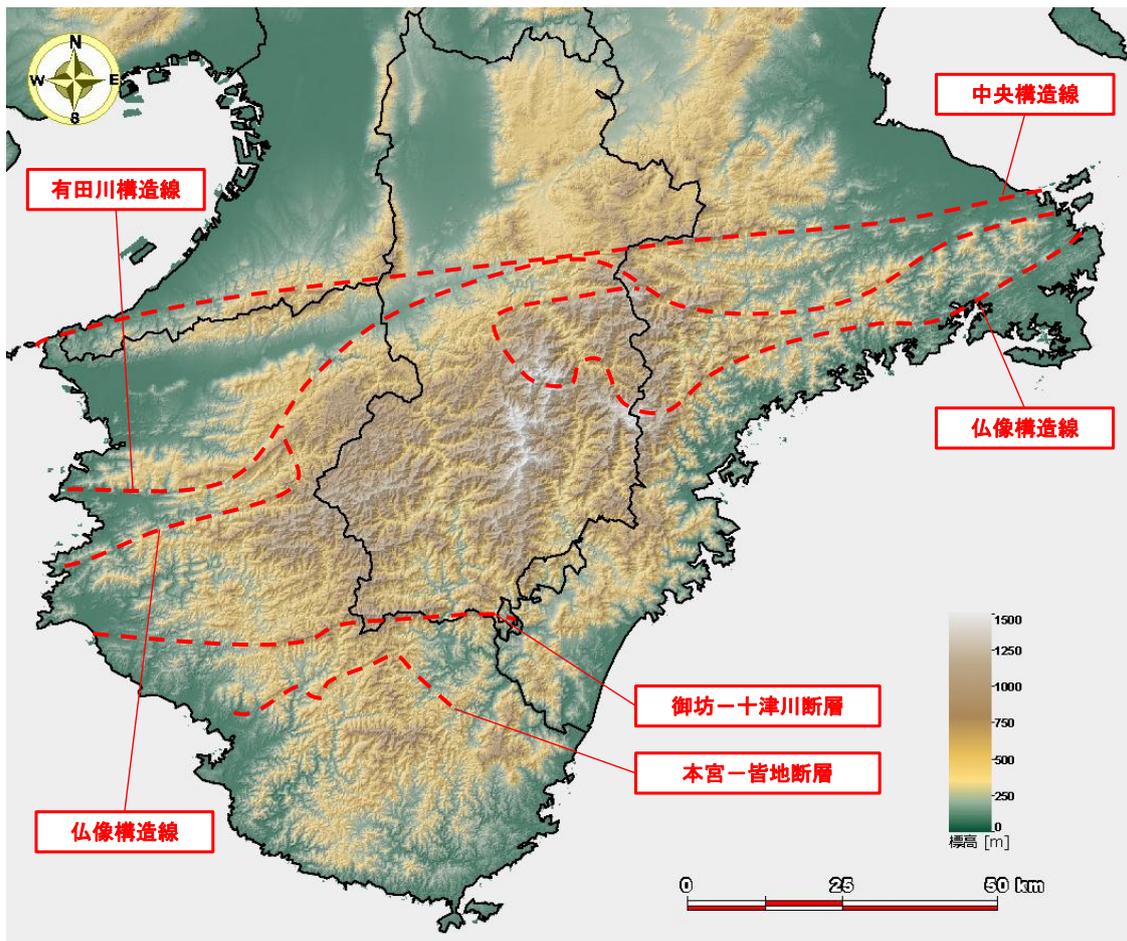
これに対し、十津川の西側には北から長峰山脈、白馬山脈^{しらま}、果無山脈が、それぞれほぼ東西方向にのびている。

紀伊山地は中央構造線南側の外帯に位置し、ほぼ東西方向の帯状構造となっているが、山地の骨格構造はこれを反映している。このため、紀伊山地は南北方向の山地と東西方向の山地が複合した構造となっている。

また、紀伊山地の中央を十津川及び北山川が北から南に向け流れている。その他、大きな河川としては、紀ノ川、有田川、日高川、富田川^{とんだ}、日置川^{ひき}等がある。主な河川の流域面積、幹川流路延長等は下表のとおりである。

表-2.1.1 主な河川の諸元

河川名	流域面積 (km ²)	幹川流路延長 (km)	水源標高 (m)
新宮川 (熊野川)	2, 3 6 0	1 8 3	1, 719(山上ヶ岳)
十津川	1, 3 6 7	—	—
北山川	7 9 8	—	—
紀ノ川	1, 7 5 0	1 3 6	1, 695(大台ヶ原)
有田川	4 6 8	9 4	1, 009(高野山)
日高川	6 5 2	1 2 7	1, 372(護摩壇山)
富田川	2 5 4	4 6	1, 184(安堵山)
日置川	4 1 5	7 9	1, 184(安堵山)



※国土地理院発行・基盤地図情報 数値標高モデルを加工

図-2.1.2 紀伊半島の地形・構造線図

諏訪浩²⁾によると、十津川流域の貯水ダムの堆砂量から算出した年平均土砂流出高は0.61mm/年である。ここで、年平均土砂流出高に用いる集砂域は上流ダムの集水域を除いた面積としている。

表-2.1.2 十津川流域の貯水ダムにおける土砂流出高²⁾

ダム名	期間	堆砂量 (*10 ⁶ m ³)	比年平均 堆砂量 (m ³ /km ² y)	土砂流出高 (mm/y)	土砂流出高 (mm/y)	集水域 (km ²)	集砂域 (km ²)
猿谷 ダム	1973～ 1985	0.83	326	0.84	0.62	212	83
	1985～ 2002	0.66	183	0.47			
風屋 ダム	1967～ 1985	5.45	442	0.70	0.64	684	432
	1985～ 1998	3.15	354	0.56			
二津 野 ダム	1967～ 1985	4.80	261	0.79	0.75	1,019	335
	1985～ 1998	3.01	227	0.69			

他方、田畑茂清ら³⁾は明治22年の十津川災害では天然ダムの移動土塊体積を約2億m³としており、十津川の流域面積(1,020km²)で除すると196mmとなる。また、今回の台風12号による生産土砂量の合計約1億m³(6.1節参照)を写真判読範囲約4,800km²で除すと約21mmとなる。

さらに、国土地理院測地部による過去100年間に生じた地盤の鉛直変動²⁾は、十津川流域で10～30cm上昇となっており、これは年あたり1～3mmに相当する。

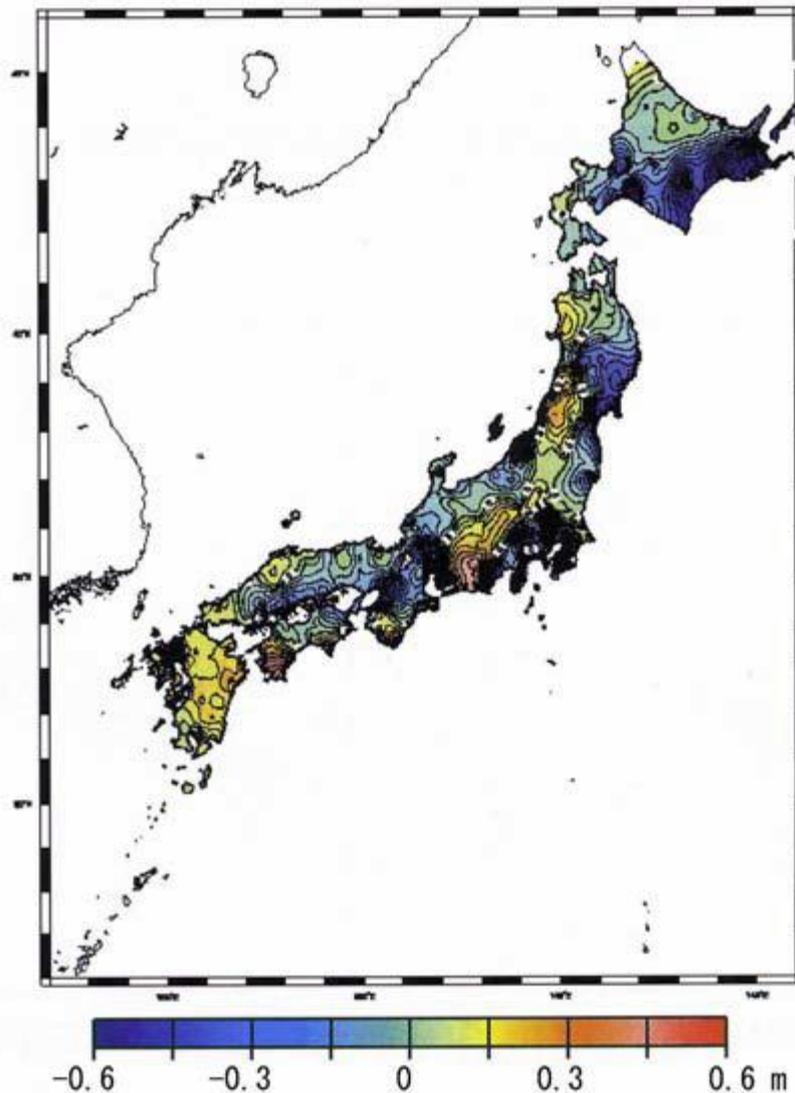


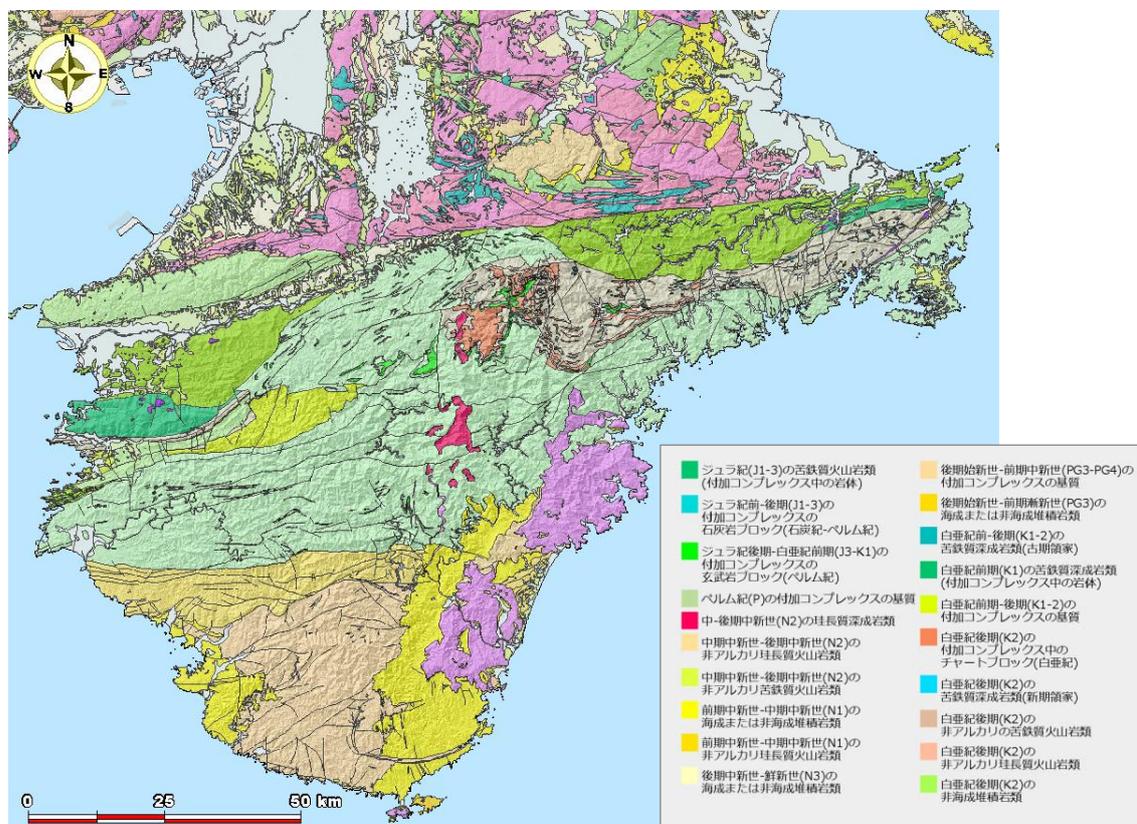
図-2.1.3 過去 100 年間に生じた地盤の鉛直変動²⁾より)

2.1.2 地質

紀伊山地は中央構造線南側の外帯に位置し、構造線（境界断層）によって区分され、北から三波川^{さんぱがわ}帯、秩父帯、四万十帯に分かれる。三波川帯と秩父帯を分けるのが御荷鉾^{みかぼ}構造線（有田川構造線）、秩父帯と四万十帯を分けるのが仏像構造線である。

台風 12 号による崩壊地の多くが分布する四万十帯は、南海トラフ付近でフィリピン海プレートが沈み込むときに、高圧で側面から応力を受け、ユーラシアプレートに付加した地層（付加体）や陸から運ばれた土砂が堆積した地層からなる。四万十帯は、北から日高川層群、音無川層群、牟婁^{むろ}層群に分けられ、それぞれの境界をなす断層は、御坊^{ごぼう}—十津川断層、本宮^{ほんみや}—皆地断層である。四万十層群は、白亜紀後期（約 1 億年前）から第三紀中新世（約 1,500 万年前）に堆積した地層で、主に砂岩、頁岩、泥岩からなり、海洋プレートにのって遠洋から運ばれ付加されたチャート、酸性凝灰岩、緑色岩類などを伴っている。

また、四万十帯は大峰山脈に沿って中新世の激しい火成活動による大峰（大峯）酸性岩に貫入され、その周囲は熱変成を受けている。



※脇田浩二・井川敏恵・宝田晋治(編)(2009):
20万分の1日本シームレス地質図(産業技術総合研究所地質調査総合センター)を加工

図-2.1.4 紀伊半島の地質分布図

参考文献

- 1)吉松敏隆・中屋志津男, 児玉敏孝, 寺井一夫, 原田哲朗:アーバンクボタ, No.38, 株式会社クボタ, 1999
- 2)石井孝行:1889年十津川崩壊災害の防災科学的総合研究, 京都大学防災研究所, 2005
- 3)田畑茂清, 井上公夫, 早川智也, 佐野史織:降雨により群発した天然ダムの形成と決壊に関する事例研究—十津川災害(1889)と有田川災害(1953)—, 砂防学会誌, Vol.53, No.6, pp.66-76, 2001.

2. 2 気象概要

台風12号は8月25日にマリアナ諸島の西の海上で発生し、29日21時には中心気圧970hPa、最大風速25mに発達した。本台風は大型かつ動きが遅かったため、長時間にわたり暖湿な空気が日本列島に流れ込み、山沿いを中心に広範囲で記録的な大雨をもたらした。特に、台風の進路の右側に当たる紀伊半島では、8月30日17時からの総雨量は広い範囲で1,000mmを超え、奈良県上北山村のアメダスで72時間雨量1,652.5mmとこれまでの国内記録1,322mm（宮崎県神門）を大幅に上回った。また、上北山村の総雨量は1,808.5mmに達するとともに、一部地域の解析雨量（気象庁）では2,000mmを超え、上北山村 大台ヶ原（国交省テレメータ）では2,436mm（暫定値8月30日20:00～9月5日3:00）を記録した。

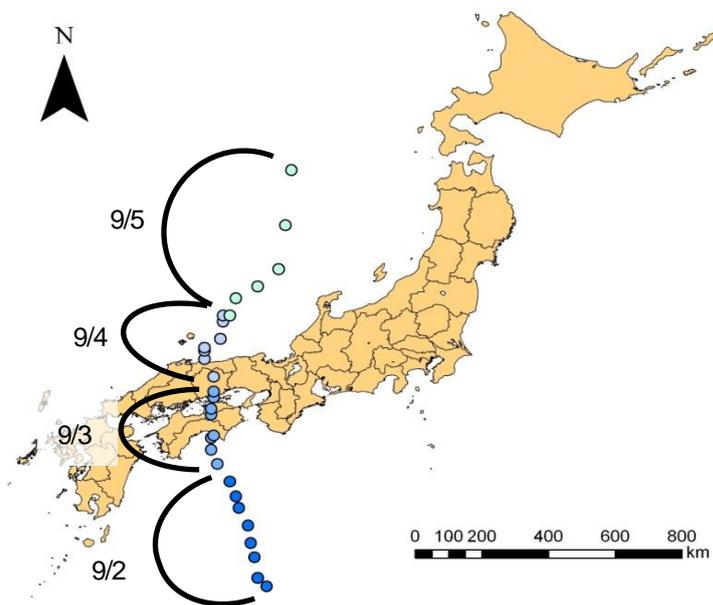


図-2.2.1 台風12号中心位置の3時間毎の軌跡

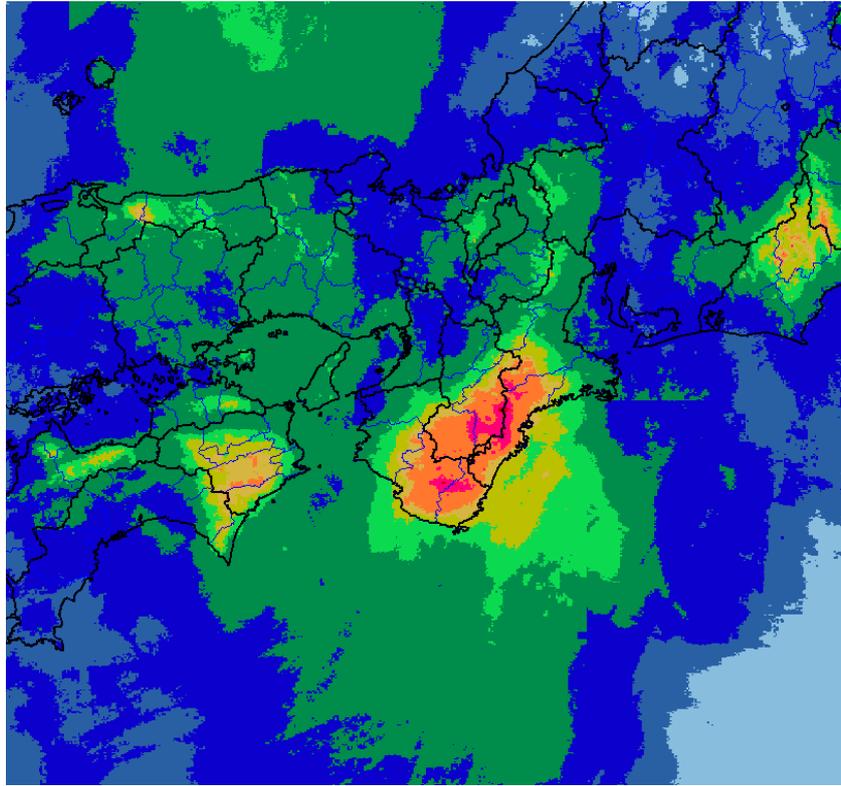


図-2.2.2 解析雨量による総降水量分布図（推定）
8月30日17時～9月6日24時（気象庁HP参照）

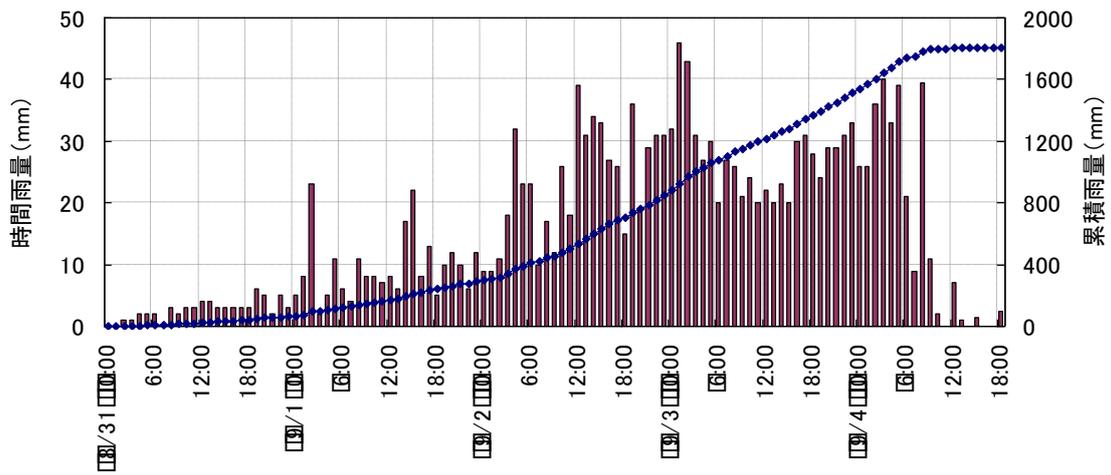


図-2.2.3 雨量データ（上北山村 アメダス観測所）

新宮川水系河川整備基本方針では、新宮川（熊野川）相賀地点上流域平均雨量における雨量確率評価（2日雨量）で、1/100 確率が 632mm/2 日としている。

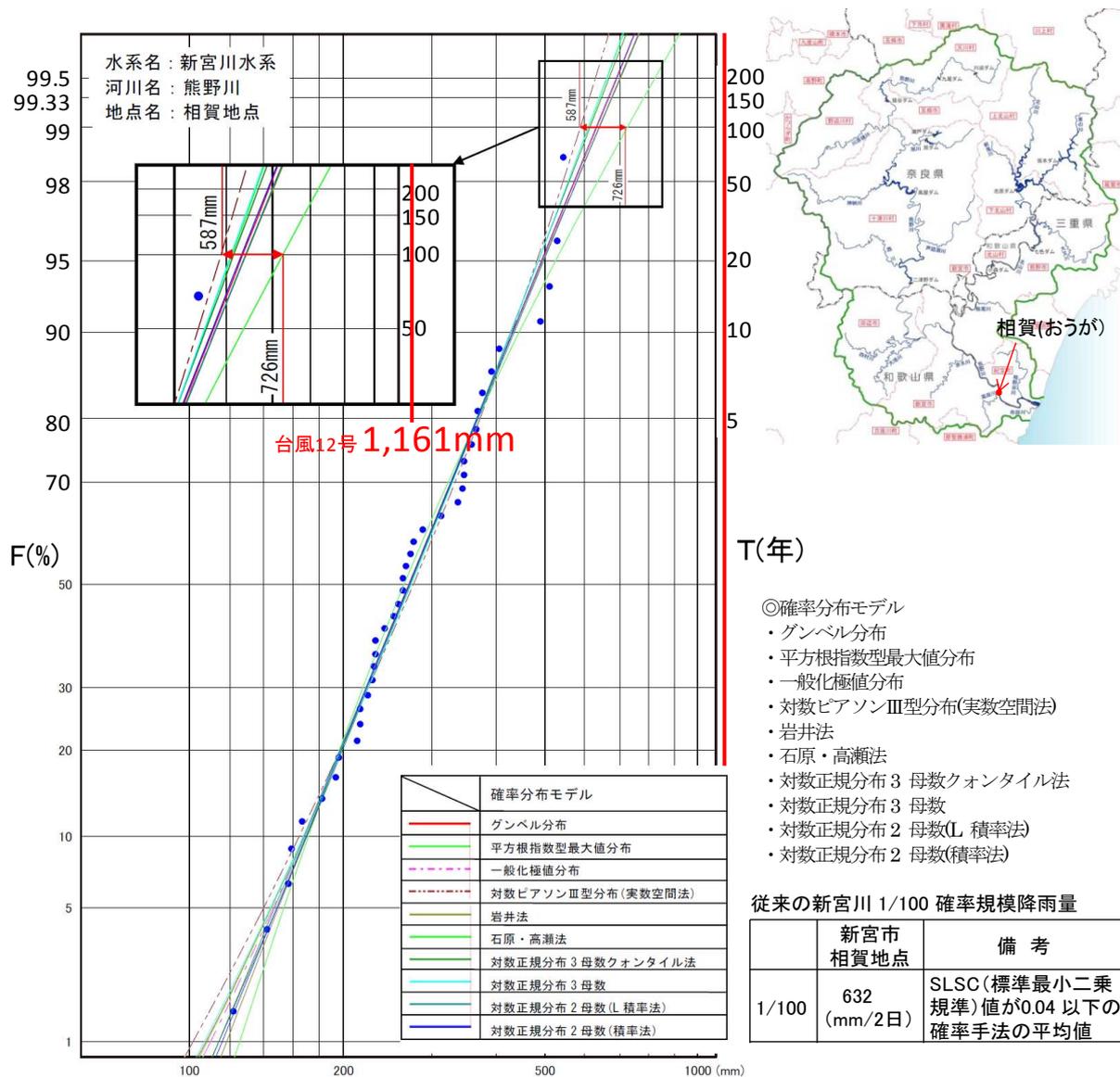


図-2.2.4 新宮川（熊野川）相賀地点上流域平均雨量における雨量確率評価（2日雨量）

（1965年～2004年：40年）

国土交通省公表の河川整備基本方針の図に台風12号雨量を加筆

http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/index.html

近畿地方整備局によると、今回の台風12号における新宮川（熊野川）相賀地点上流域平均雨量の2日雨量として1,161mmが記録された。

また、土木研究所水工研究グループによるアメダス確率降雨量計算プログラム（<http://www.pwri.go.jp/jpn/seika/amedas/top.htm>）を用いて、三重県宮川村、奈良県上北山村及び和歌山県新宮市のアメダス観測所の1971年から2000年までの30年間のデータをもとに、以下

の確率降雨強度式を用いて、1、2、3、6、12、24、48、72時間の最大雨量に対する平均再現年（リターンピリオド）を計算した結果を図-2.2.5~2.2.8に示す。図-2.2.8のとおり、宮川村は24時間、上北山村は48時間で平均再現年100年を超え、新宮市は全ての時間帯で平均再現年200年を超えていたことがわかる。

確率降雨強度式：フェア式を利用

$$r_t^T = \frac{bT^m}{(t+a)^n}$$

r_t^T ：確率年Tのt継続時間確率降雨量 [mm / 時]

T：確率年 [年]

t：継続時間 [時]

a, b, m, n；フェア式パラメータ

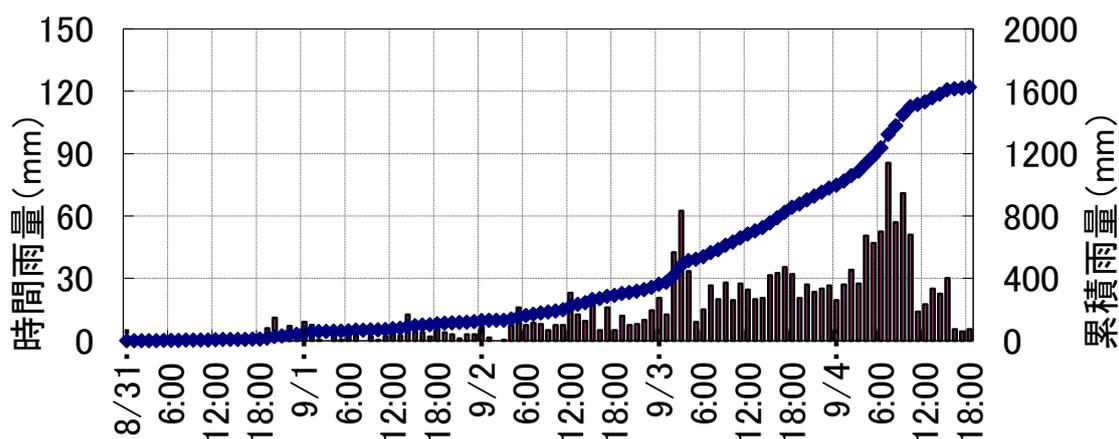


図-2.2.5 宮川村のハイエトグラフ

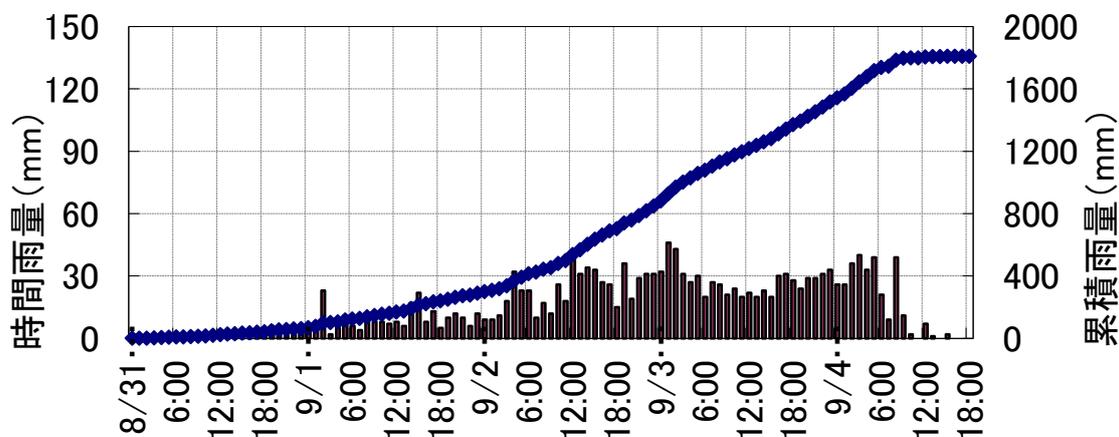


図-2.2.6 上北山村のハイトグラフ

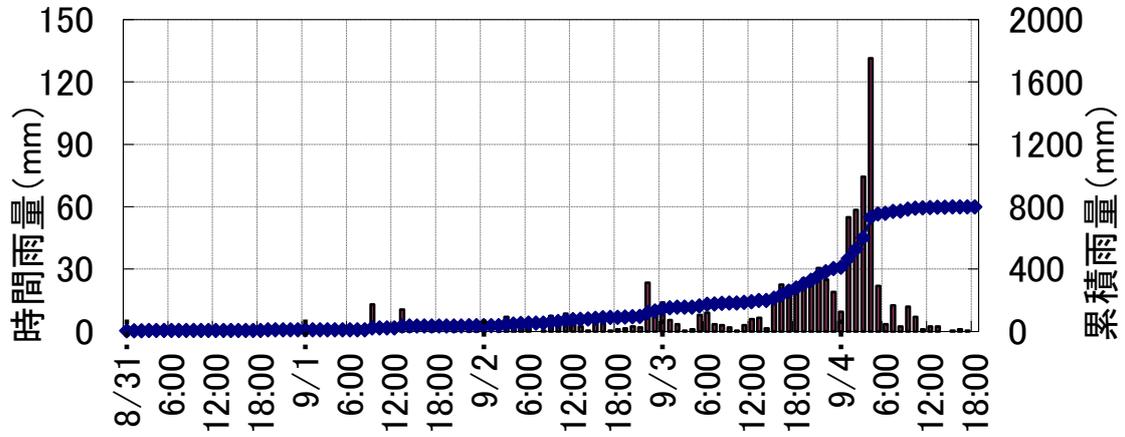


図-2.2.7 新宮市のハイトグラフ

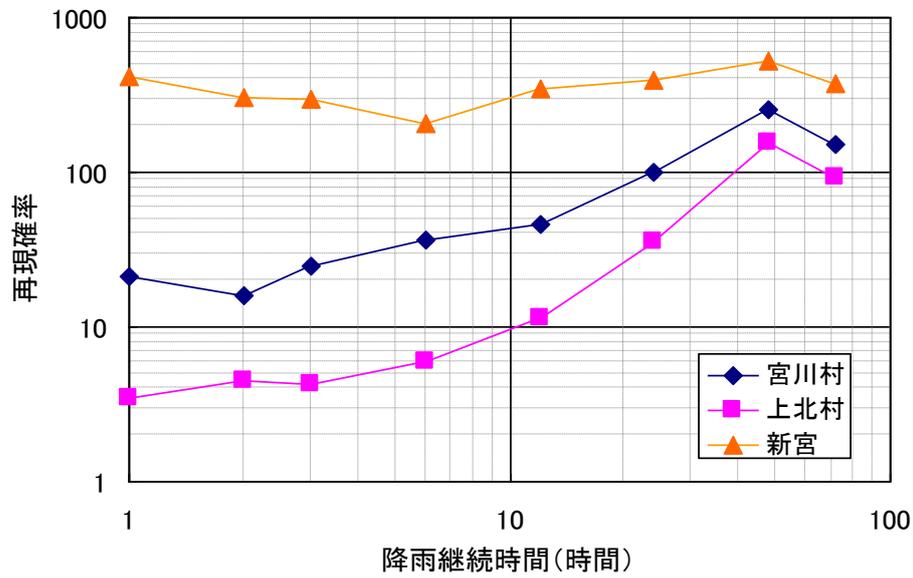
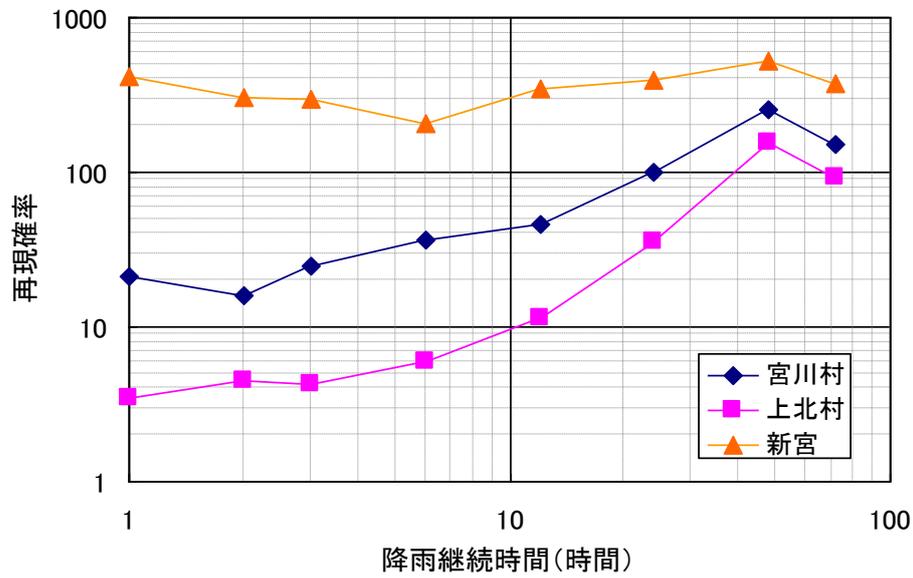


図-2.2.8 降雨継続時間に対する平均再現年



2.3 被害概要

台風12号では、全国で死者78名、行方不明者16名、全壊373戸、半壊2,924戸等の被害が発生した（平成23年12月15日18時現在、消防庁）。このうち、三重県、奈良県、和歌山県の被害状況（人的被害及び住宅被害）は下表のとおりである。

表-2.3.1 台風12号による被害概要

県名		三重県	奈良県	和歌山県	計
人的被害	死者	2	14	52	68
	行方不明者	1	10	5	16
	負傷者	15	6	9	30
	計	18	30	66	114
住宅被害	全壊	55	49	371	475
	半壊	299	69	1,842	2,210
	一部破損	53	14	171	238
	床上浸水	1,683	13	2,680	4,376
	床下浸水	830	38	3,147	4,015
	計	2,920	183	8,211	11,314
調査年月		H23.10.14	H24.2.24.	H23.11.30	

土砂災害については、21都道府県においては、207件（土石流等94件、地すべり32件、がけ崩れ81件）発生（平成23年12月31日現在、国土交通省砂防部）し、土砂災害による人的被害は三重県、奈良県、和歌山県の3県で死者43名、行方不明者13名、全壊98戸、半壊46戸、一部破損45戸に達した（平成24年1月31日現在、国土交通省砂防部）。

2. 4 当該地域における過去の大規模土砂災害

今回、台風 12 号に伴う豪雨により甚大な被害を生じた紀伊山地では、これまでも、同様な災害が発生した事例がある。明治時代以降の代表的な 2 事例について、今回の台風 12 号に伴う大規模崩壊発生地点の分布と、その分布をあわせて図示すると、両者ほぼ同じ地域に分布していることがわかる(図-2.4.1)。これら 2 事例の概要について以下に記す。

(1) 1889 年十津川災害

明治 22 年(1889)8 月 18 日から 20 日にかけて、紀伊山地から吉野地方(和歌山県から奈良県南部)を襲った豪雨は、紀伊半島各地で大規模な斜面崩壊を多数発生させた。中でも、十津川村及びその北側に隣接する、天川村、大塔村、野迫川村では、大規模な崩壊(水災誌では縦横 50 間以上の崩壊地を「大崩」と表現している)が 1,128 箇所、堰止湖が 50 箇所も発生した。そして当時の人口 20,030 人のうち 240 人もの死者を出した。更に、十津川村では 2,667 人が同年 10 月に北海道(新十津川村)に移住を余儀なくされた(人口等の数値は宇智吉野郡役所の水災誌¹⁾による)。

(2) 1953 年有田川災害

昭和 28 年(1953)7 月 17 日から 18 日にかけて、梅雨前線による集中豪雨が和歌山県北部を襲い、死者・行方不明者 1,066 人ほか甚大な被害をもたらした。有田川上流の花園村(現在のかつらぎ町)では複数の大規模崩壊が発生し、これが有田川を堰き止めて天然ダムを形成した。下流集落では、ほぼ全域が水没するほどの被害が発生した地域もあった。また、いくつかの天然ダムはその数か月後の出水で決壊し、さらに被害を生じた²⁾。

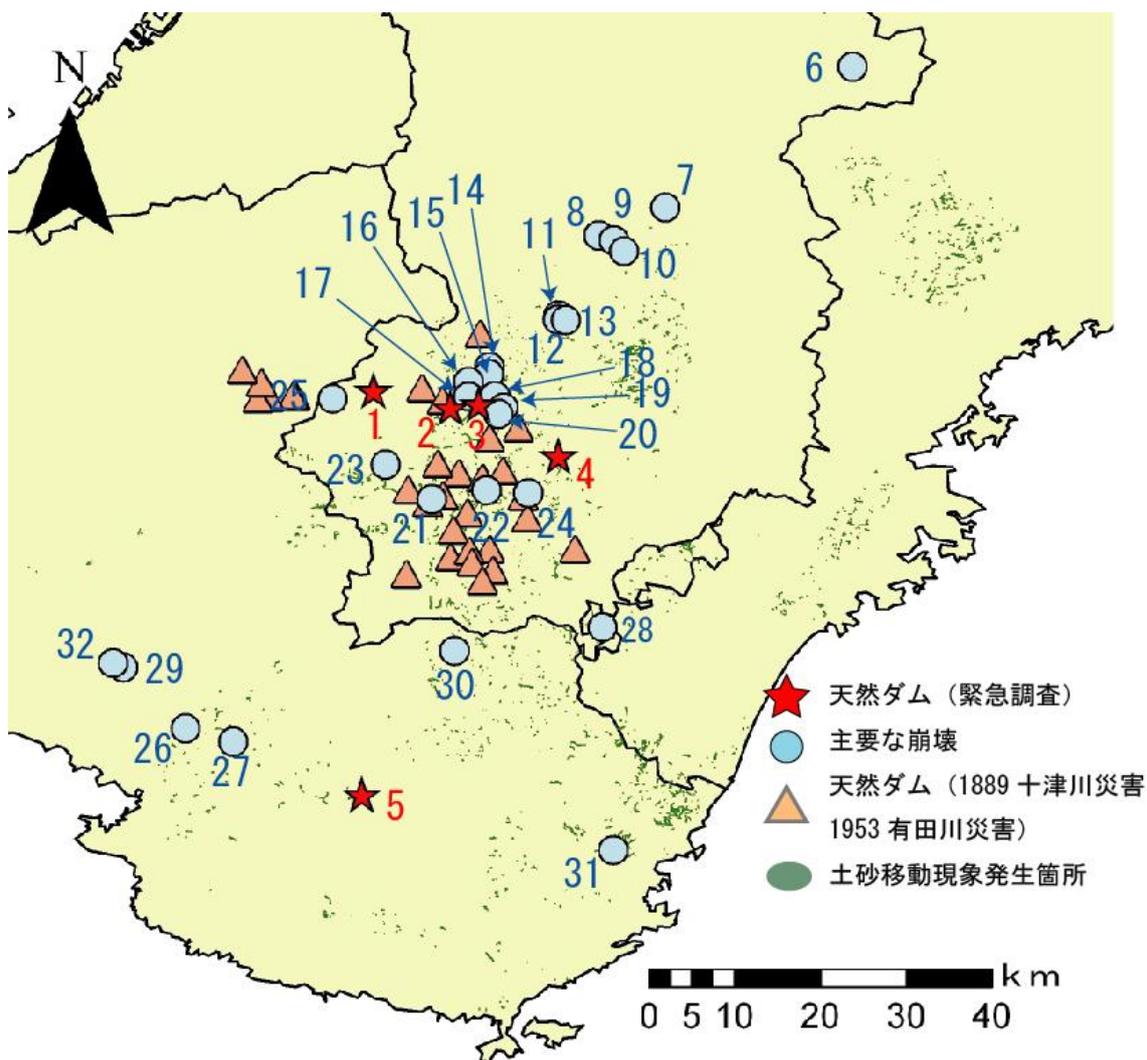


図-2.4.1 平成23年9月台風12号によって発生した主要な崩壊と天然ダム及び1889年十津川災害および1953年有田川災害で発生した天然ダムの位置図（天然ダムの位置は田畑ら³⁾による）

参考文献

- 1) 宇智吉野郡役所：明治二十二年 吉野郡水災誌 卷之一～卷之十一（全11巻），復刻版，1891
- 2) 藤田崇、諏訪浩 編：昭和二八年 有田川水害，古今書院，2006
- 3) 田畑茂清，井上公夫，早川智也，佐野史織：降雨により群発した天然ダムの形成と決壊に関する事例研究—十津川災害（1889）と有田川災害（1953）—，砂防学会誌，Vol.53，No.6，pp.66-76，2001

2. 5 国総研・土研による支援概要

2.5.1 概要

国総研・土研では、災害直後から TEC-FORCE 隊の派遣、天然ダムに係る緊急調査・監視・応急対策への技術的支援、県からの要請に基づく現地指導等を行い、約2ヶ月間で延べ270人・日を派遣した。このうち、主な職員の派遣行程等を参考資料-1に示す。

2.5.2 土砂災害警戒情報の暫定基準の設定

台風12号による豪雨により、大規模な土砂災害が発生したため、溪流や斜面に残った不安定土砂の流出、地盤のゆるみによる新たな崩壊の発生や崩壊の拡大が懸念されたため、奈良県及び和歌山県の砂防部局に対して、土砂災害警戒情報の発表基準を引き下げて運用する暫定基準の設定について助言を行った。これにより、奈良県及び奈良地方気象台では十津川村、野迫川村、五條市南部、天川村、川上村、黒滝村、東吉野村、御杖村の8市村において通常基準の5割の暫定基準で運用することとなった。和歌山県及び和歌山地方気象台でも田辺市、新宮市、那智勝浦町、古座川町、印南町、みなべ町、上富田町、白浜町、北山村の9市町村において、通常基準の8割の暫定基準で運用することとなった。いずれも9月8日から実施された(図-2.5.1)。

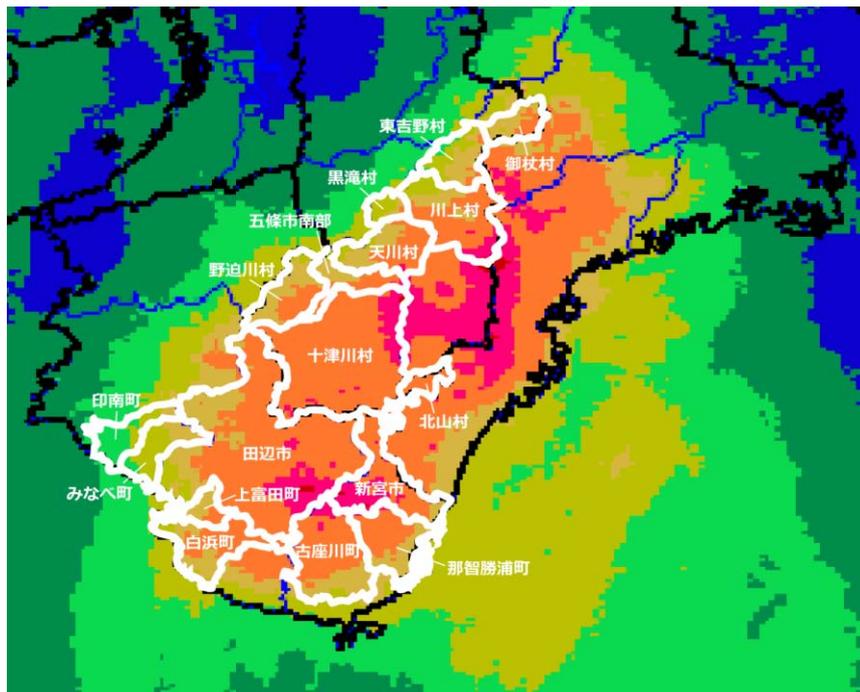


図-2.5.1 解析雨量による降水量分布と暫定基準を適用している市町村(白線)の重ね図
(総降水量分布: 8月30日17時～9月6日24時、気象庁HP参照)