

高知海岸における水防警報海岸の指定について

清水 幸

四国地方整備局 高知河川国道事務所 防災対策推進官（〒780-8023 高知市六泉寺町96-7）

高波浪時に越波被害の頻発する高知海岸において、水防活動の迅速化や活動中の安全確保のため、水防法に基づき四国の海岸では初めて水防警報海岸の指定を行った。水防警報発令基準設定までの検討プロセス、海岸管理者・水防管理団体である関係機関との調整取り組み等について報告する。

キーワード 高知海岸、水防警報海岸、水防法、越波流量、発令基準

1. はじめに

高知海岸は、土佐湾の湾奥部にあたる高知県の中央部に位置し、西は荻岬から東は手結岬に至る 30km の砂浜海岸で、かつて豊かな砂浜が広がる白砂青松の海岸として知られ、台風や津波などから沿岸地域を守り続けてきた。しかし、海岸侵食によって、砂浜も消滅の脅威にさらされるようになったことから、1969 年には南国工区が直轄海岸に指定され、その後、高知港西境界から新居に至る 9.8km（長浜～新居工区）についても、著しい海岸侵食が進行したため、1994 年に直轄海岸に指定された。（図-1、写真-1 に示す）長浜・戸原・仁ノ・新居工区の海岸整備に関する計画としては、ヘッドランドと養浜を主体とする計画が検討されている。現在は、7 基のヘッドランドの基部にあたる突堤、4 基の離岸堤及び養浜による海岸事業を実施している。



図-1 高知海岸位置図

しかしながら、巨大化する台風等の災害リスクに対して、ハードの整備が十分な状況にあるとはいいがたく、ソフト面も含めた減災対策が必要な状況にある。



写真-1 高知海岸



写真-2 2009.10 台風 18 号 仁ノ工区における越波状況

2008 年 3 月には、国土交通省において「高潮災害対策検討委員会」が設置され、高波や越波等による災害対策に関わる考え方が報告された。その中では、水防活動や警戒避難のための関係機関相互の情報連絡共有、住民への周知等の重要性が提言され、越波から人命・資産の防護が喫緊の課題となっている。

水防法第 16 条第 1 項でも、「（水防警報）国土交通大臣は、洪水又は高潮により国民経済上重大な損害を生ずるおそれがあると認めて指定した河川、湖沼又は海岸について、都道府県知事は、国土交通大臣が指定した河川、湖沼又は海岸以外の河川、湖沼、又は海岸で洪水又は高潮により相当な損害を生ずるおそれがあると認めて指定したものについて、水防警報をしなければならない。」とうたわれている。

2009 年 3 月には、直轄海岸で初めて富山県下新川海岸において、水防警報海岸の指定が行われた。

本報告では、このような背景を踏まえ、2009 年度において高知海岸水防警報指定までの取り組みと、発令基準の考え方・妥当性について関係機関と調整を進めた内容について紹介を行うものである。

2. 水防警報海岸指定の経緯

高知海岸では、1996 年より戸原海岸の沖合約 2km において波浪データを取得し、海象状況の把握に努めてきたところである。水防警報発令基準の検討に使用するデータが揃い、海岸における水防活動に対して、迅速な開始や水防活動中に高波から迅速に安全な場所へ避難するための基準値の設定が可能となったことから、当海岸の特性を見極めながら、十市・仁井田・長浜・戸原・仁ノ・新居海岸 13.3km 区間について、水防警報海岸の指定を

行うこととした。

水防警報海岸指定に向けては、海岸管理者である高知県、水防管理団体である高知市・南国市・土佐市との十分な意見調整を行う必要があることより、内容確認と承認を得るための組織の立ち上げが必要となった。速やかな指定を目指すことより、既存の河川水防連絡会に海岸に関する水防連絡を加え、海岸における水防警報指定を行うことの承認、指定の範囲、発令基準等について、繰り返し内容の討議を行った。

当初、2009 年台風時期までの指定を目指したが、発令基準の根拠整理に手間取り、表-1 に示すとおり 2010 年 3 月に官報告示を行い、指定を完了することができた。

表-1 水防警報指定までの経緯

| | |
|------------|--|
| 2009.5.27 | 仁淀川・物部川水防連絡会(第1回総会) →関係機関に対し、高知海岸水防警報指定の取り組みを周知 |
| 2009.10.16 | 仁淀川・物部川・高知海岸水防連絡会(海岸関係幹事会) |
| 2009.11.11 | 仁淀川・物部川・高知海岸水防連絡会(海岸関係幹事会) |
| 2009.12.1 | 仁淀川・物部川・高知海岸水防連絡会(第2回総会) →高知海岸水防警報指定内容の最終確認 |
| 2010.3.31 | 国土交通省告示第278号:水防法第16条第1項に基づく、水防警報指定 |

3. 水防警報の種類と水防活動

高知海岸における水防活動の基準となる水防警報発令基準は、水防活動の段階に応じて表-2 に示す 6 段階の基準とした。

海岸特有のものとしては、越波による水防活動上の安全確保に配慮し、「距離確保」という基準を設定した。

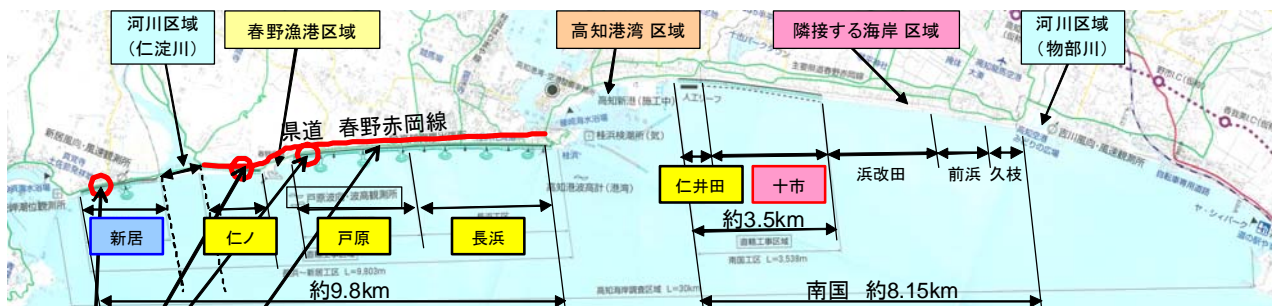


図-2 高知海岸直轄区間の位置及び水防警報発令対象となる海岸の位置

県道春野赤岡線:越波の発生により、頻繁に通行止め

新居・仁ノ・戸原工区:海岸侵食が進行し、頻繁に越波が発生

表-2 水防警報の種類と水防活動

| 段階 | 種類 | 水防活動 |
|------|--------|--|
| 第1段階 | 待機・準備 | ・情報連絡 ・水防資機材の整備・陸揚機能等の点検 ・通信及び輸送の確保 |
| 第2段階 | 水防団出動 | ・海岸巡視 ・土のう積み ・排水ポンプ作業等 ・避難誘導 |
| 第3段階 | 距離確保準備 | 安全に十分注意しながら ・避難誘導 ・土のう積み ・排水ポンプ作業等 |
| 第4段階 | 距離確保 | 海岸から距離を確保して ・避難誘導 ・排水ポンプ作業等 |
| 第5段階 | 距離確保解除 | ・海岸巡視 ・土のう積み ・排水ポンプ作業等 ・避難誘導 |
| 第6段階 | 解除 | — |

4. 水防警報発令基準検討の対象とする現象

水防警報の発令基準を設定するにあたり、各海岸で起こっている実現象を再現することから始めた。

海岸毎の深浅測量結果より、最も侵食の進んだ断面を設定し、中村らの改良仮想勾配法を用い、各海岸堤防位置における「波の打ち上げ高」を算定した。その結果を図-3に示すが、全ての海岸において堤防高を越える波の打ち上げ（有義波相当）は発生しなかった。

注）有義波とは、波高の高い方から1/3の波高・周期を平均したもの

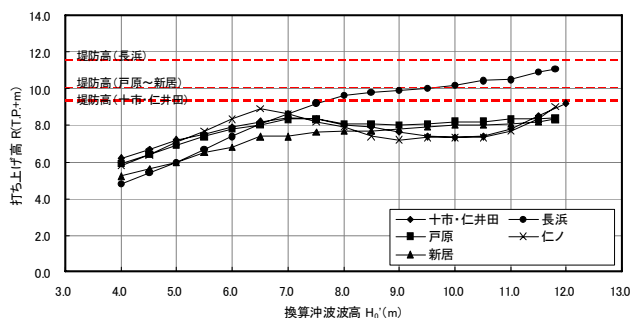


図-3 各海岸における打ち上げ高の算定結果(潮位 TP+1.2m)

しかし、堤防高を越える有義波レベルの打ち上げは生じないが、実現象の波は不規則であり、実際の波に対してはかなりの越波が生じている。

そこで、各海岸毎に「越波流量」を算定し、堤内地側の利用状態に応じて設定した許容越波流量を考慮して発令基準波高を設定することとした。各発令段階でどの程度の越波流量を許容するかについては、背後地の利用状況や重要度を考慮して設定し、各海岸の断面をもとに、許容越波流量以上となる波高について検討を行った。表-3に発令段階毎の許容越波流量を示す。

表-3 各発令段階における許容越波流量

| 種類 | 許容越波流量 | 越波の程度 |
|--------|--|---------------------|
| 待機・準備 | $20 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{m/s}$ | 自動車走行が危険となる |
| 水防団出動 | $2.0 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{m/s}$ | 歩行者が危険にさらされる |
| 距離確保準備 | — | — |
| 距離確保 | $1.0 \times 10^2 \text{ m}^3/\text{m/s}$ | 背後地が特に重要な地区における被災限界 |

5. 水防警報発令基準波高

許容越波流量以上となる波高を、各海岸毎に合田の越波流量算定図を用い検討した結果を図-4に示す。水防活動の実態や水防警報の情報伝達体制を考慮して、発令基準は各自治体別に設定することとした。高知市は、対象4海岸（仁井田・長浜・戸原・仁ノ）のうち、最も早く越波の起こる仁ノ海岸の値を適用することとした。

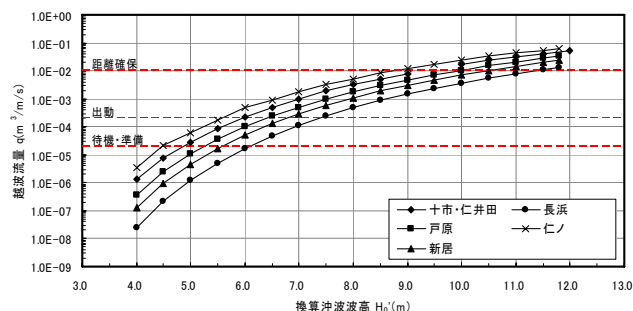


図-4 各海岸における越波流量の算定結果(潮位 TP+1.2m)

距離確保の準備に要する時間を考慮し、距離確保準備のための基準となる波高（以下、距離確保準備基準波高）について検討した。ここで、水防団による資機材等の片付けに要する時間や、越波から身の安全を確保できる距離を保持するために要する時間を1時間程度と見込んだ。距離確保波高8.5mを超えた観測実績を整理した結果、生起1時間前の波高は、距離確保高より1.0m程度小さかったことより、距離確保準備の波高は「距離確保基準波高-1.0m」と設定した。

また、水防警報の「距離確保解除」及び「解除」の基準となる戸原観測波高は、それぞれ距離確保基準波高、待機・準備基準波高を下回った時とした。これらの結果をまとめたものを表-4に示す。

6. 水防警報発令基準の検証

高知海岸の水防警報発令基準について、過去の観測記録を用いて発令状況を検証した。表-5に、戸原観測所で観測された既往上位10波浪のうち、水防団の活動実績及び、堤防背後を走る県道の通行規制実績を有する6波浪について発令状況を整理した。表-5より、全ケースについて水防団の「出動」が発令されることが確認された。また、図-5に示すように、道路通行規制実績についても「出動」から「解除」の範囲と概ね一致している。また、発令基準波高の発生頻度についても現行の水防活動と概ね一致しており、水防団に対し大きな負担を強いるものとはなっていなかった。これらのことから、今回設定した水防警報発令基準は妥当であると判断した。

| 種類 | 発令基準有義波高(m) | | | | | | 発令基準の根拠 |
|--------|-------------|-----|----|----|-----|-----|---|
| | 土佐市 | 高知市 | | | | 南国市 | |
| | 新居 | 仁ノ | 戸原 | 長浜 | 仁井田 | 十市 | |
| 待機・準備 | 6.0 | 4.5 | | | | 5.0 | 「 $q>2.0\times 10^{-5}\text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$ 」(自動車走行が危険となる) |
| 出動 | 7.0 | 6.0 | | | | 6.0 | 「 $q>2.0\times 10^{-4}\text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$ 」(歩行者が危険にさらされる) |
| 距離確保準備 | 9.0 | 7.5 | | | | 8.0 | 「距離確保波高-1.0m」(距離確保の準備に1時間要する) |
| 距離確保 | 10.0 | 8.5 | | | | 9.0 | 「 $q=1.0\times 10^{-2}\text{ m}^3/\text{m}/\text{s}$ 」(背後地で重大な越波被害が生じる)直前 |
| 距離確保解除 | 10.0 | 8.5 | | | | 9.0 | 距離確保波高を下回ったとき |
| 解除 | 6.0 | 4.5 | | | | 5.0 | 待機・準備波高を下回ったとき |

表-4 水防警報発令基準の検証結果(高知海岸:1996年～2008年)

| No. | 波高 順位 | 年月日 | 最大有義波 | | 発生 要因 | 水防団の 活動実績 | 道路通行 規制の実績 | 気象台発令状況 | | 検証結果 | | | | | | |
|-----|----------|--------------|-------|------|----------|--------------|---------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|--------------|----------------|----|
| | | | 波高 | 周期 | | | | 波浪警報 | | 待機・ 準備 | 出動 | 距離確保 準備 | 距離確保 | 距離確保 解除 | 解除 | |
| | | | | | | | | (m) | (sec) | | | | | | | 発令 |
| 2 | 10 | 2003. 5. 31 | 6.17 | 11.7 | T0304 | 新居 | — | 5/30 12:20 | 5/31 16:20 | 5/31 5:00 | 5/31 9:00 | — | — | — | 5/31 12:00 | |
| 4 | 2 | 2003. 8. 8 | 9.00 | 15.7 | T0310 | — | 長浜～新居 | 8/7 16:40 | 8/9 1:40 | 8/8 6:00 | 8/8 11:00 | — | 8/8 12:00 | 8/8 18:00 | 8/8 22:00 | |
| 6 | 4 | 2004. 10. 20 | 8.37 | 24.8 | T0423 | 新居 | 長浜～仁ノ | 10/19 13:00 | 10/21 4:20 | 10/20 11:00 | 10/20 12:00 | 10/20 13:00 | — | — | 10/20 20:00 | |
| 8 | 5 | 2004. 6. 21 | 7.76 | 11.9 | T0406 | 仁ノ | 長浜～仁ノ | 6/20 9:55 | 6/21 21:10 | 6/21 5:00 | 6/21 6:00 | 6/21 9:00 | — | — | 6/21 13:00 | |
| 9 | 1 | 2005. 9. 6 | 9.53 | 14.3 | T0514 | 仁ノ・新居 | 長浜～新居 | 9/4 6:46 | 9/7 7:16 | 9/4 2:00 | 9/4 18:00 | 9/5 17:00 | 9/6 9:00 | 9/6 20:00 | 9/7 8:00 | |
| 10 | 3 | 2007. 8. 2 | 8.22 | 12.9 | T0705 | 新居 | 長浜～仁ノ | 8/2 5:36 | 8/3 4:19 | 8/2 11:00 | 8/2 12:00 | 8/2 14:00 | — | — | 8/3 6:00 | |

※観測期間:1996年(H8)～2008年(H20)(戸原観測所)
※水防団の活動実績は2001年(H13)以降で合計25回(高知市、土佐市資料より)
※道路通行規制の実績は、2003年(H15)以降で合計14回(高知県資料より)

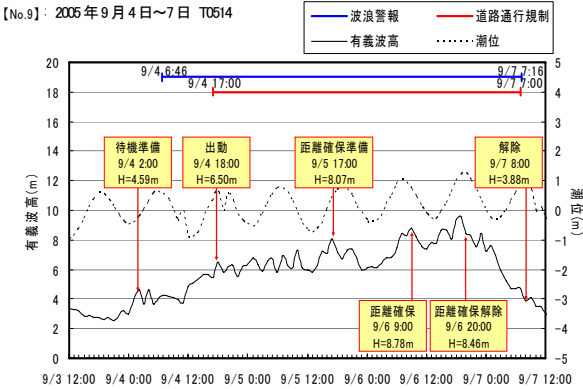


図-5 台風0514号時における水防警報発令イメージ(高知市)

7. 結論

以上、設定した水防警報発令基準案をもとに、水防連絡会において海岸管理者及び水防管理団体への意見聴取・承認を得た上で、2010年3月に四国の海岸では初めて水防警報指定を行うことができた。2010年の洪水対応演習では、指定された内容に基づき、訓練を実施した。

各機関においては、個々の水防計画書内に今回の設定を盛り込むことにより、台風シーズンまでに迅速で的確な水防活動を実施する準備を進めていただいている。

今後取り組むべき事項としては、今回の設定から除外した港湾区域や漁港区域など他の海岸との整合を図るとともに、最も効果的な発令区間について検討することが挙げられる。

また、各発令段階における許容越波流量が実態に即した値となっているか、高波浪時における堤防への波の打ち上げ高及び越波流量を観測し、発令基準の根拠となっている各計算モデルの精度を高めることも検討していく必要がある。

今回設定した水防警報については、今後の水防訓練等を通して実態に即したものとなるよう、常に見直しを進めていくことも重要と考える。

謝辞: 今回の高知海岸水防警報指定にあたり、高知県・南国市・高知市・土佐市の海岸・防災担当の皆様には、度重なる水防連絡会において、貴重なご意見を頂きました。ここに記して、感謝の意を表します。

参考文献

1) 合田良実・岸良安治ら(1975): 不規則波による防波護岸の越波流量に関する実験的研究, 港湾技研報告, 第14巻 第4号, pp3～44
2) 中村充・佐々木泰雄・山田譲二(1972): 複合断面における波の打ち上げに関する研究, 第19回海岸工学講演会論文集, 土木学会, pp. 309-312