

東与賀海岸における耐震対策事業に伴うシチメンソウ保護育成対策の実施状況について

八尋 裕 | 建設省九州地方建設局筑後川工事事務所調査課長

1. はじめに

現在、有明海岸の佐賀県佐賀郡東与賀町大授搦の海岸堤防（以下、東与賀海岸という）において、阪神・淡路大震災を契機とする緊急的な耐震対策を実施中である。この対策の実施により、当地区に自生している貴重な塩生植物であるシチメンソウ群落地に盛土を施工することとなる。このため、シチメンソウの保護育成対策を計画、実施しており、当事業は、生態系や自然景観等周辺の自然環境に配慮した海岸整備を行う「エコ・コースト事業」に指定されている。

ここでは、耐震対策事業とそれに伴うシチメンソウ保護育成対策の概要並びに実施状況について報告する。

2. 耐震対策の必要性

現在の有明海岸における高潮堤防は、これまでに多大な被害を与えてきた高潮に対する防備に重点をおいている。このため、設計条件に地震力が考慮されておらず、大地震に耐え得る構造となっていないのが実情である。

このような状況のなかで、平成7年1月17日の阪神・淡路大震災による淀川堤防な

どの破壊を教訓に、特に著しい被害の発生が想定される河川・海岸堤防の耐震対策を緊急かつ全国的に実施することになった。

有明海岸、特に東与賀海岸については、

①有明粘土で構成される超軟弱地盤上に築造された堤防であること。

②後背地に県都佐賀市を擁していること。

③堤防がなければ平常の満潮位においても佐賀市街地が冠水すること。

という特殊性がある（図－1参照）。

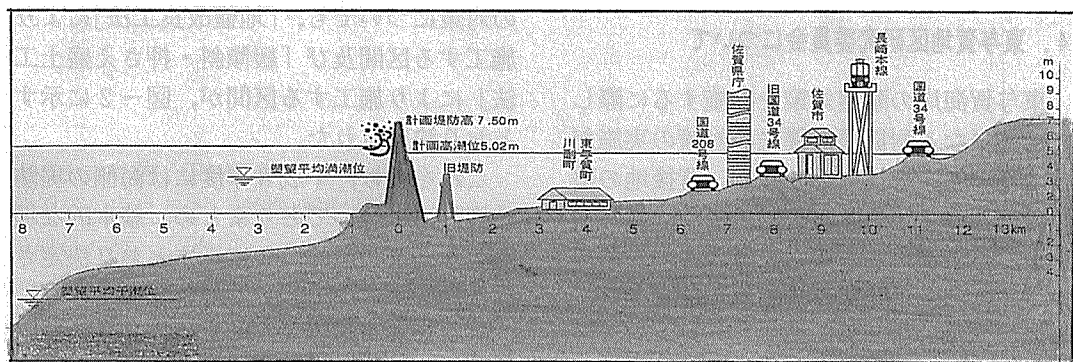
また、長崎県島原半島東側の有明海は、マグニチュード6クラスの内陸性地震が発生する可能性のある「最も注意すべき空白域の一つ」である、と気象庁の研究機関である気象研究所が指摘しているとの報道もなされている¹⁾。

これらのことに鑑み、現在、東与賀海岸において、緊急かつ重点的に耐震対策を実施している。

3. 耐震対策工法の概要

耐震対策としては、表－1に示す地盤改良工法と緩傾斜・押さえ盛土工法が実施可能である。

両者にはそれぞれ長所・短所があるが、



図－１ 低平地を防護する海岸堤防

地元関係者を含む研究委員会（後述）での議論等を通じて、利用面・環境面から高付加価値の得られる緩傾斜・押さえ盛土工法を極力採用（地盤条件の特に悪い箇所等は地盤改良工法で実施）していくこととしている。

表－１ 耐震対策工法の概要

| 対 策 工 | | 緩傾斜・押さえ盛土工法 | 地 盤 改 良 工 法 |
|-----------------------|----------|---|---|
| 概 念 図 | | | |
| 防災機能 | 耐震機能 | ◎ 問題無し | ◎ 問題無し |
| | 越波防止機能 | ◎ 効果大 | － 現状と変わらず |
| | 飛沫防止機能 | ○ 効果あり | － // |
| | 維持管理機能 | △ 機能の維持確保必要 | － // |
| 環境機能 | 生態系への影響 | × ミチゲーションが必要 | △ 工事中に堤脚部での影響有り |
| | 生態系の多様化 | ◎ 期待できる | － 現状と大きく変わらず |
| | 緑化 | ◎ 期待できる | － // |
| | 漁業等への影響 | △ 影響は少ない | △ 影響は少ない |
| 利用機能 | 景観 | ◎ 現状より向上 | － 現状と変わらず |
| | アクセス | ◎ 現状より向上 | － // |
| | 背後地との連携 | ◎ 堤内外の連続による強化が期待 | － // |
| | 観光・地域づくり | ◎ 観光拠点としての期待大 | － // |
| 短 所 | | 地盤改良に比して堤体規模が大きくなるため、既存の生態系に与える影響が懸念 | 工事期間中の堤脚部の生態系への影響が懸念 |
| 長 所 | | 防災機能に加え、環境や利用機能が期待でき、高付加価値化が図られる。地域づくりや振興に、より寄与。 | 有明海岸等、ガタ土における施工実績が豊富。 短期間での施工可能(施工速度大) |
| 解決すべき技術的課題 (耐震化以外) | | ・盛土規模（高さ、陸幅、海幅） ・生態系への影響 ・ミチゲーション ・緑化 | ・工事時の堤脚部の生態環境への配慮 |
| 調整が必要な事項 | | ・漁業者との調整 ・背後地地権者との調整 ・町、農林部局との調整 ・関連計画との調整 | ・漁業者との調整 |

4. 東与賀地区研究委員会について

東与賀海岸の耐震対策を実施するに際しては、単なる耐震機能優先の対策の実施だけではなく、環境にも配慮し、背後地の整備計画とも整合のとれた利用価値の高い堤防づくりを進める必要がある。このため、学識経験者、地元関係者等からなる「東与賀地区研究委員会」を開催し、幅広い意見を聞きながら検討していくこととした。

平成7年度には、耐震対策工法として「緩傾斜・押さえ盛土工法」を基本として「地盤改良工法」と併用しつつ、地盤条件や地域の実情を充分勘案しながら整備を行っていくという方向性が示された。また、海側の

の対策についても、「地盤改良工法」により施工する区間及び「緩傾斜・押さえ盛土工法」により施工する区間が、図-2に示すとおり決定された。

これを受け、平成8年度には海側の堤防整備計画についてとりまとめ、基本的な堤防の断面形状が図-3に示すとおり決定された。

引き続き今年度は、陸側の堤防整備計画について、建設省、佐賀県、東与賀町、市民団体等の適切な役割分担を踏まえつつ検討し、海側の整備計画とあわせて全体計画をとりまとめる予定である。

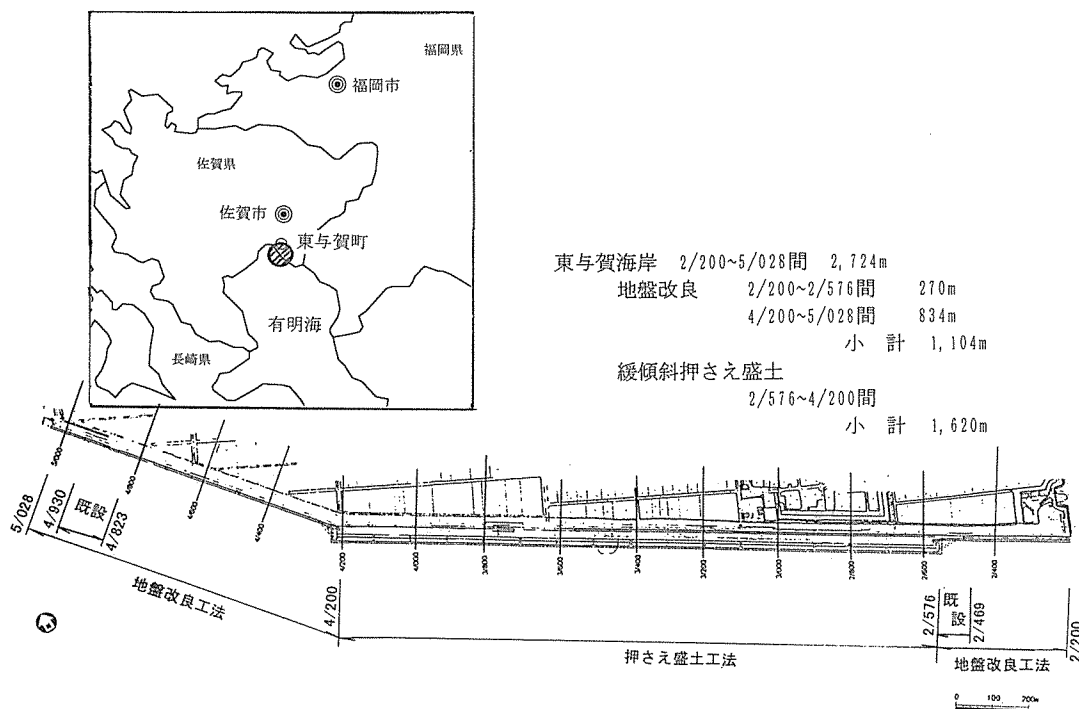
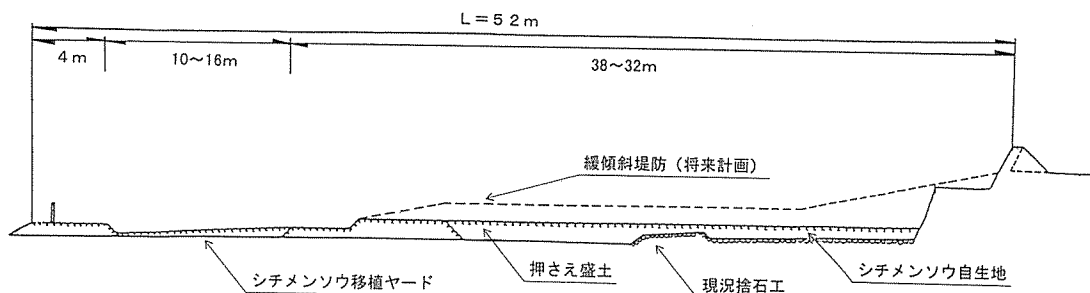


図-2 耐震対策事業位置図(海側)



図－3 緩傾斜・押さえ盛土工法概要図（海側の基本形状）

5. 事業実施にあたっての配慮事項と堤防整備方針

事業は、特に以下の点に配慮して行うこととしている。

1) 委員会による地元関係者等の意見聴取

単なる耐震機能優先の対策の実施だけではなく、環境、利用にも配慮した付加価値の高い堤防づくりを進めるため、学識経験者、地元関係者等からなる委員会を設け、幅広い意見を聞きながら事業を実施する。

2) 防災面への配慮

耐震対策のみならず、越波・飛沫対策も勘案して、「緩傾斜・押さえ盛土工法」を極力採用するものとするが、地盤条件の特に悪い箇所等には「地盤改良工法」を採用する。

3) 環境面への配慮

耐震対策の実施に際しては、漁業への影響を極力少なくするとともに、生態系への影響にも配慮していくものとする。

このため、工事の実施にあわせて環境調査を実施し、工事による著しい影響を確認した場合には工事を一時中断して、必要な対策を検討するものとする。

また、レッドデータブックの危急種にも指定されているシチメンソウの東与賀海岸からの消失を防ぐために、保護育成を十分に行うとともに、ゴミ処理対策に

も配慮する。なお、対策は、適宜学識経験者等の意見を聞きながら実施していく。

4) 利用面への配慮

現況利用機能の向上を図るとともに、関係自治体等との連絡調整を密にしながら、それぞれの適切な役割分担のもと、地域整備と一体となって地域振興の拠点となりうる堤防整備を行う。

これらの配慮事項を踏まえて、堤防整備方針をとりまとめると図－4のようになる。このような「防災」、「環境」、「利用」の各機能に配慮した、より質の高い堤防整備を実現するためには、関係行政機関や市民団体等の理解・協力及び適切な役割分担が必要不可欠である。

6. 整備スケジュールについて

東与賀海岸の耐震対策は、海側と陸側のそれぞれに対して必要であるが、

① 海側にすべり破壊が生じると、堤防本体に対する壊滅的破壊形態が予想される。

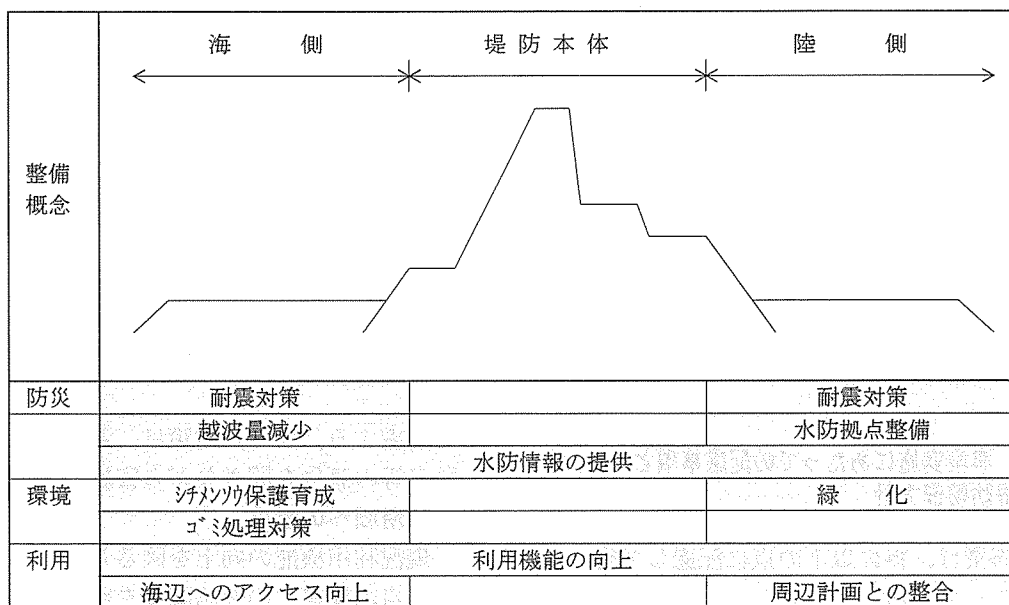
② 壊滅した場合には、復旧に長期間を要す。

ことから、海側を先行して実施している。

概ねの事業実施予定は、以下のとおりである。

① 海側の耐震対策：H 7～H10年度

② 陸側の耐震対策：H10年度以降



図－４ 堤防の整備方針

以下に当面の整備スケジュールを示す。

- ① 『地盤改良工法』による海側の耐震対策については、平成８年８月までに完了している。
- ② 平成９年３月より『押さえ盛土工法』による対策に着手した。
- ③ 施工順序としては、より地盤条件の悪い西側から順次東側へ施工する。
- ④ 当面、シチメンソウ現自生地はそのままにしておき、その前面の盛土、及びシチメンソウ移植ヤードから施工する。
- ⑤ シチメンソウ現自生地への押さえ盛土は、シチメンソウの移植状況を見ながら行うこととし、工事の最終工程とする。なお、工事用搬路等の設置に伴い、止むを得ず盛土を行う区間のシチメンソウについては、地盤改良箇所に設置した移植ヤード（後述）に移植する。
- ⑥ 工事は超軟弱地盤上での施工となり、前例のない工事であるため、本工事の実施に先立ち、平成９年１月に試験施

工を実施した。

- ⑦ 工事の実施に伴う周辺環境への影響を調査するため、工事にあわせて環境調査を実施する。
- ⑧ 工事の実施に伴い、周辺環境に著しく影響を及ぼすことが明らかとなった場合には、工事を一時中断し、必要な対策を検討する。

７．シチメンソウの保護育成対策について

７．１ シチメンソウについて

１）シチメンソウの生態²⁾

シチメンソウは、アカザ科の一年草で北海道のアッケシソウと並ぶ九州の代表的な塩生植物であり、レッドデータブックの危急種に指定されている。九州北部、及び朝鮮半島、中国東北部に分布している。茎は直立して下部から枝を分け、高さ１５～５０ｃｍである。葉は多肉で棍棒状、長さ５～３５ｍｍで先は鈍形、はじめ緑色でのちに赤色から紫色に変化する。花期は９～１０月。花は雌花と雄花が混じって２～１０個、葉の

わきにかたまってつく。和名は、七面鳥のように、全体が色変わりすることからつけられている。

2) 東与賀海岸におけるシチメンソウ

東与賀海岸では、海岸堤防の安定性確保のために行った捨石工の上にガタ土が堆積し、そこにシチメンソウが自

生している。

昭和62年5月、昭和天皇陛下が第38回全国植樹祭の行幸の折、有明海干潟を視察され、シチメンソウやヒロハマツナ等の塩生植物を大変興味深くご覧になられた。



写真-1 東与賀海岸のシチメンソウ

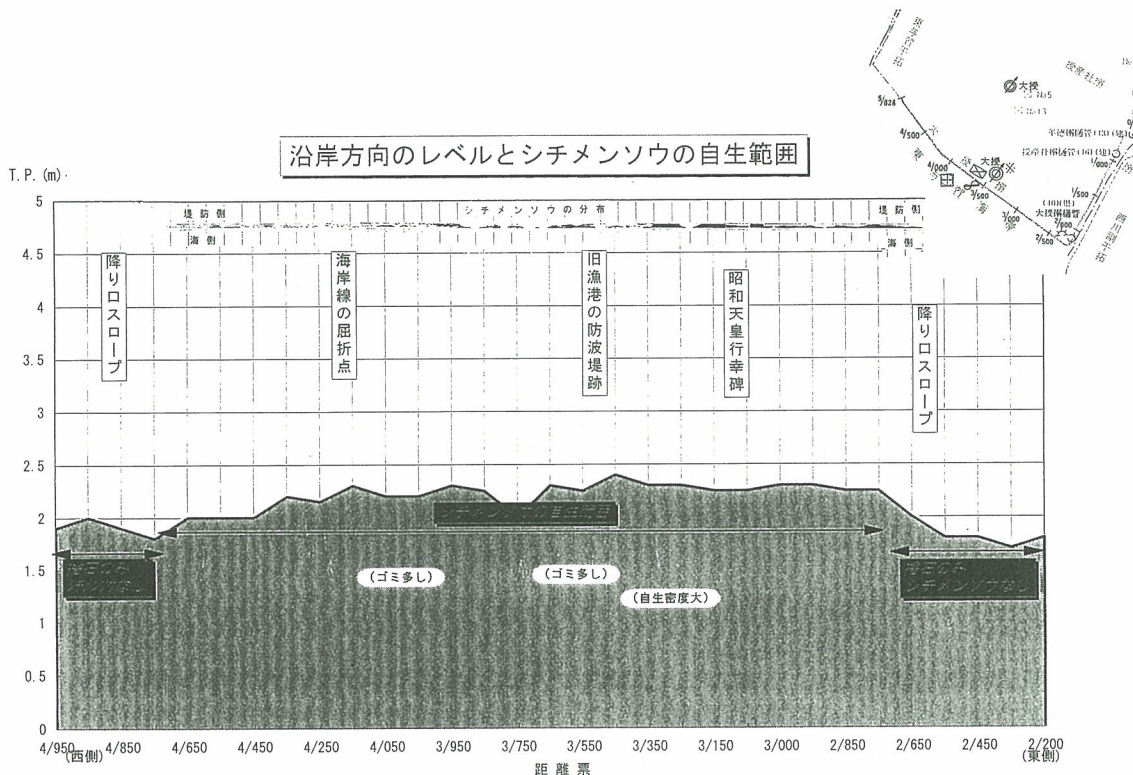


図-5 東与賀海岸におけるシチメンソウの生息状況 (平成8年)

それ以来、シチメンソウの名が一般にも知られるようになり、保護育成等の活動も積極的に行われるようになった。現在では、シチメンソウを育てる会やロータリークラブなどのボランティアおよび町職員等による清掃活動、種子の採取と播種などが行われている。

東与賀海岸におけるシチメンソウの分布状況は、図－5に示すように一様ではなく、自生域と非自生域が存在する。これは、流木やゴミの漂着による影響と、地盤高の相違によるものと考えられる。最も群落の大きな天皇行幸碑付近の自生域の地盤高は、平均的にT.P.+2.2m～2.3mである。また、自生域前面の捨石の高さは、自生域の地盤から30～50cm程度高い。東与賀海岸の平均満潮位はT.P.+2.2m程度で

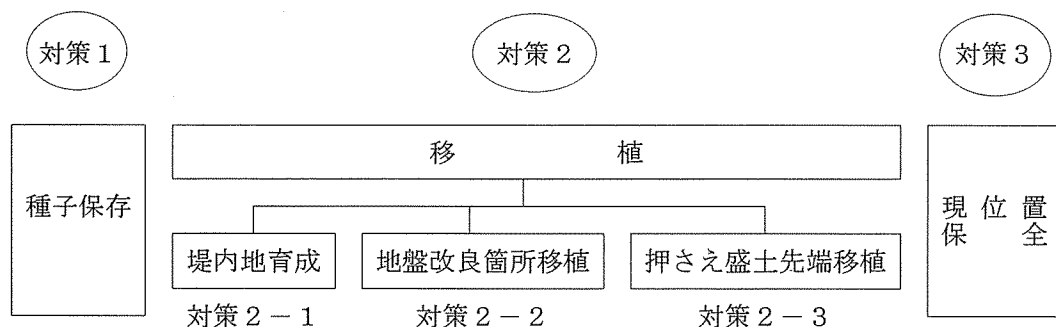
あるため、大部分の自生域は大潮時に冠水する程度の高さである。

7.2 対策の概要

耐震対策の実施により、現在のシチメンソウ自生域に押さえ盛土を施工することとなるので、シチメンソウの東与賀海岸からの消失を防ぐために、再生対策を十分に行う必要がある。

このため、図－6に示す対策を実施する。すなわち、種子の保存(対策1)をはじめとして、堤内地での育成(対策2－1)、地盤改良区域への移植(対策2－2)を実施するとともに、押さえ盛土先端部分にシチメンソウ移植ヤードを造成し、移植(対策2－3)を行う。

現自生地への盛土は、これらの対策の実施状況をも勘案しながら実施することとし、工事の最終工程とする(対策3)。



対策 1 : 種子の保存。

対策2－1 : じょうごの里近隣に育成ヤードを設置し、苗の育成及び種子の採取を実施。

対策2－2 : 地盤改良区域西側の現捨石上に移植ヤードを設置し、移植。

対策2－3 : 押さえ盛土先端部分に移植ヤードを設置し、移植。

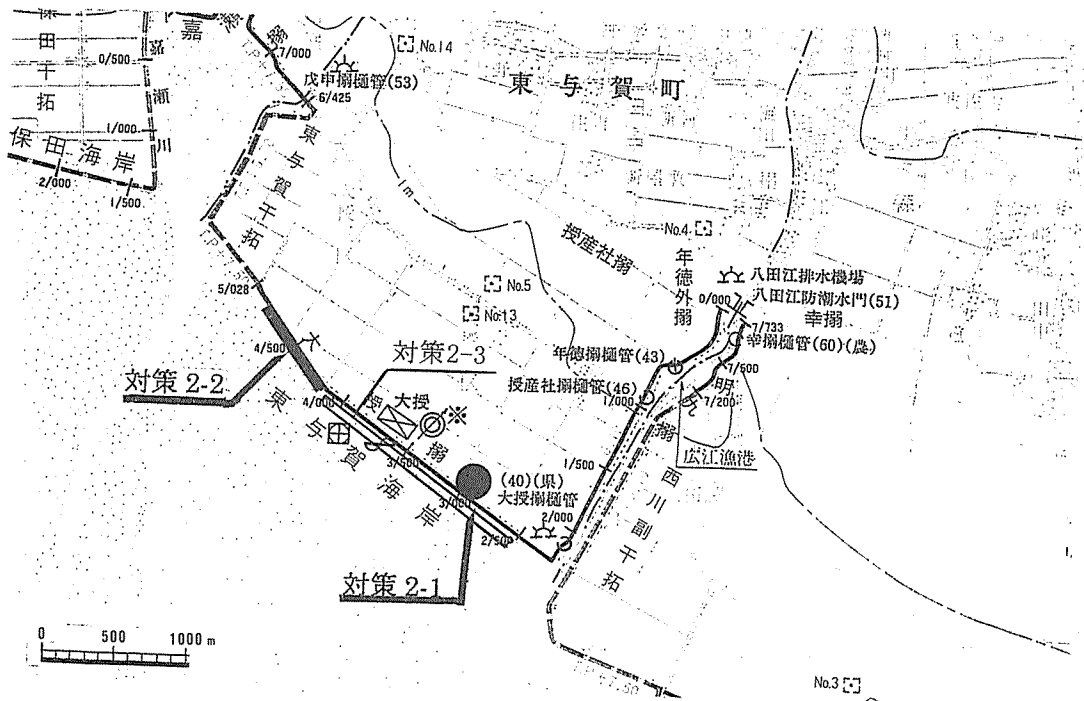
対策 3 : 現自生地を工事の最終工程まで可能な限り保全。

図－6 シチメンソウ保護育成対策一覧

7.3 平成8年度の実施状況

平成8年度は、7－2.に示した保護育成対策のうち、「対策1」、「対策2－1」、「対策2－2」、「対策3」について実施している。

なお、「対策2－3」については、押さえ盛土工事の進捗状況や保護育成対策の実施状況等を勘案しながら、順次部分的に実施していく予定である。



図ー 7 シチメンソウ保護育成対策実施箇所概略位置図

1) 種子の採取状況

現自生域でのシチメンソウに影響を与えない範囲で、12月上旬から中旬にかけて種子を採取した。また、諫早湾、鹿島海岸からも種子を取り寄せた。

その状況は表ー 3 に示すとおりである。

なお、種子の採取については、シチメンソウを育てる会、東与賀町、及び佐賀県鹿島土木事務所のご協力を頂いた。

また、対策の実施に際しては、これらの種子の採種箇所を明確に区別している。

表ー 3 種子の採取量

| 採取箇所 | 採取日 | 採取量 (kg) | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|-------|
| | | 直径1.2mm以上 | 直径1.2mm以下 | 合計 |
| 東与賀海岸 | H 8.12.6~13 | 56.0 | 4.5 | 60.5 |
| 諫早湾 | H 8.12.16 | 39.3 | 6.6 | 45.9 |
| 鹿島海岸 | H 8.12.16~17 | 0.0 | 8.2 | 8.2 |
| 合計 | | 95.3 | 19.3 | 114.6 |

2) 対策1（種子の保存）の実施状況

- ①採取した種子のうち、次に述べる対策2-1, 対策2-2において使用する種子を除いた全ての種子を保存した。
- ②シチメンソウの種子には、落下後ただちに発芽する軟実と、ある期間を経て発芽する硬実の2種類あり、既応の研究³⁾より両者が直径1.2mmを目安として概ね区分されると考えられる。そこで、種子を1.2mmのふるい

にかけて2分し、直径1.2mm以上の種子は真空パックして保存し、直径1.2mm以下のものは乾燥させた後保存した。

- ③種子は冷蔵庫に5～6℃程度の温度で保存している。
- ④種子の保存量は表-4のとおりである。
- ⑤本対策については、平成9年1月16日までに完了している。

表-4 種子の保存量

| 採取箇所 | 採取日 | 採取量 (kg) | | |
|-------|--------------|-----------|-----------|------|
| | | 直径1.2mm以上 | 直径1.2mm以下 | 合計 |
| 東与賀海岸 | H 8.12.6～13 | 24.5 | 4.5 | 29.0 |
| 諫早湾 | H 8.12.16 | 8.7 | 6.6 | 15.3 |
| 鹿島海岸 | H 8.12.16～17 | 0.0 | 8.2 | 8.2 |
| 合計 | | 33.2 | 19.3 | 52.5 |

3) 対策2-1（堤内地での保護育成）の実施状況

- ①じょうごの里に隣接する区域を対象とし、現地の状況を勘案し30m×26mの矩形のヤードを設置した。
- ②移植ヤードは、現地の状況から現盛土を除去し、さらに現地盤より30cm程度掘削した後、マサ土（陸側15m幅）とガタ土（海側15m幅）を客土することにより造成した。
- ③各々の客土毎に5 g/m², 10 g/m², 15 g/m²の3つの播種密度のエリアを設定するとともに、1エリア内を採種箇所がわかるようにさらに2分した。
- ④使用する種子は、発芽率のよい直径1.2mm以上のものとし、東与賀海岸及び諫早湾から採取した種子8.0kgを播種した。

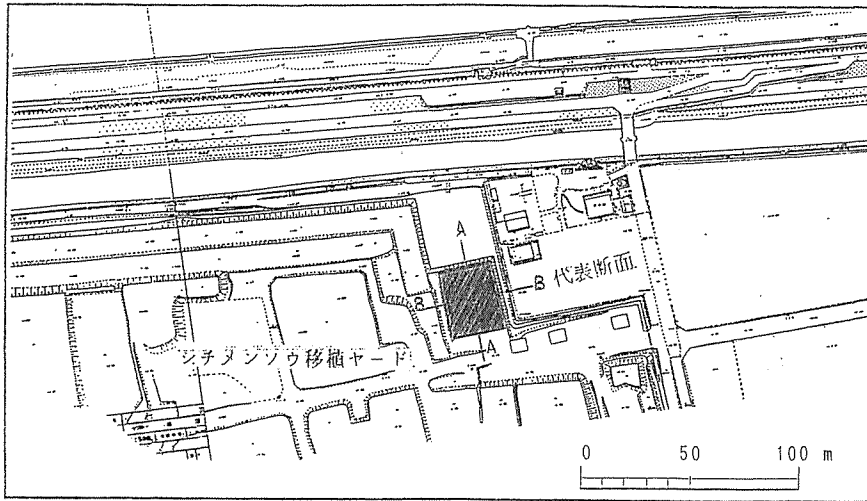
⑤播種は1月23日に行った。

⑥散水は月に2回程度とし、海水を散布するものとするが、晴天が続いたなどの場合には、土壤の乾燥状況や塩分濃度等を確認の上、適宜散水することとしている。

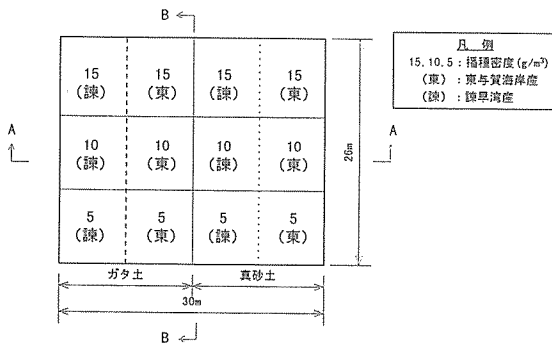
4) 対策2-2（地盤改良箇所での保護育成）の実施状況

- ①押さえ盛土施工区間西側の地盤改良施工済区間を対象とし、現捨て石上にガタ土を客土することによってヤードを造成した。ヤードの高さは、現地の状況を勘案のうえ、現自生地とほぼ同じ高さ（T.P.+2.3m）から朔望平均満潮位程度（T.P.+2.6m）までの範囲とした。
- ②対策は、播種と苗移植の両方を行うこととし、移植ヤードには、播種エリアと苗移植エリアを設定した。

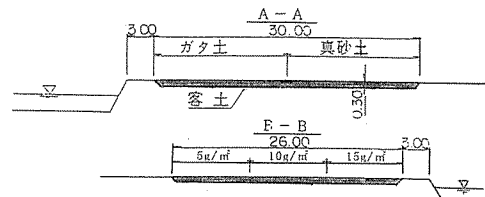
(a) 位置拡大図



(b) 施設平面図



(c) 代表断面図



| | 播種密度 | 播種面積 | 播 種 量 (kg) | | |
|------------|---------|-------|------------|-------|-------|
| | | | 合計 | 東与賀海岸 | 諫 早 湾 |
| 播 種 ヤード | 15 g/m² | 260m² | 4.0 | 2.0 | 2.0 |
| | 10 g/m² | 260m² | 2.6 | 1.3 | 1.3 |
| | 5 g/m² | 260m² | 1.4 | 0.7 | 0.7 |
| 合 計 | | 780m² | 8.0 | 4.0 | 4.0 |

図-8 「対策2-1」説明図

- ③播種エリアは6エリアに分割し、東与賀海岸および諫早湾から採取した種子のそれぞれに対し、5 g/m²、10 g/m²、15 g/m²の3つの播種密度を設定した。
- ④使用する種子は、発芽率のよい直径1.2mm以上のものとし、東与賀海岸及び諫早湾から採取した種子54.1kgを播種した。
- ⑤播種は1月27日に行った。
- ⑥苗移植エリアは播種エリアの西側に設定した。
- ⑦移植する苗は、現自生地のうち、工事用道路等の設置により盛土等を行

わざるを得ない区間より採取することとする。

- ⑧苗の移植は、盛土等の施工直前までに、苗の生育状況を観察しながら採苗した後直ちに行うものとする。

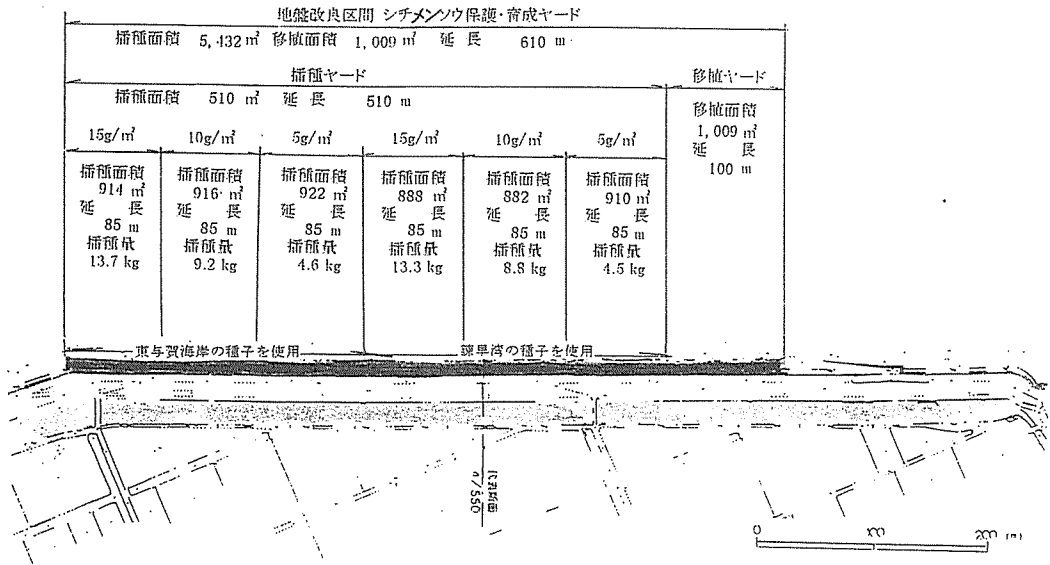
5) 対策3(現位置での保存)の実施状況
平成9年中(1月~12月)は、基本的に現自生地への盛土は行わない。

工事用通路の設置等により、止むを得ず盛土等を行う区間のシチメンソウについては、「対策2-2」により地盤改良箇所へ移植するものとする。

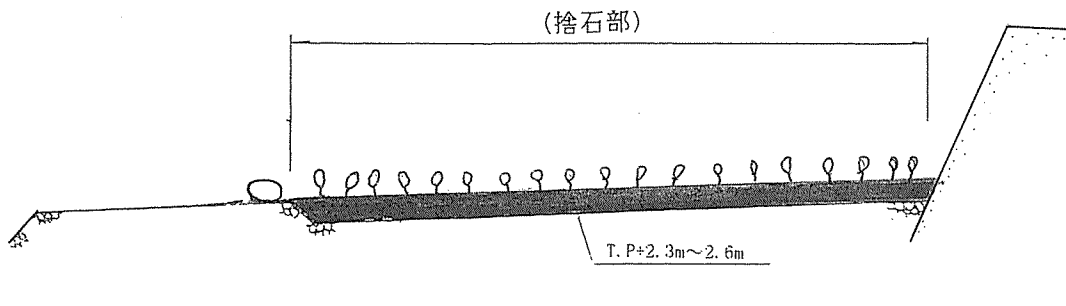
7.4 対策に関する学識経験者の意見

上述した対策について、学識経験者へ

(a) 位置拡大図



(b) 代表断面図



| | 播種密度 | 播種面積 | 移植面積 | 播 種 量 (kg) | | |
|-------|--------------------|---------------------|---------------------|------------|-------|-------|
| | | | | 合 計 | 東与賀海岸 | 諫 早 湾 |
| 播種ヤード | 15g/m ² | 1,802m ² | — | 27.0 | 13.7 | 13.3 |
| | 10g/m ² | 1,798m ² | — | 18.0 | 9.2 | 8.8 |
| | 5g/m ² | 1,832m ² | — | 9.1 | 4.6 | 4.5 |
| 移植ヤード | — | — | 1,009m ² | 0.0 | — | — |
| 合 計 | — | 5,432m ² | 1,009m ² | 54.1 | 27.5 | 26.6 |

図-9 「対策2-2」説明図

のヒアリングを行い、表-5のとおり意見を頂いた。全体として、対策内容について特に問題はないこと、また、種子の保存方法、堤内地育成の際の乾燥やそれ

に伴う塩分濃度の上昇、及び地盤改良箇所への移植の際の波浪による影響に注意すべきであること等が指摘された。

表－5 主な意見内容

| | |
|-----------------------|---|
| 対 策 全 般 | ・現時点で考えられる適切（ベスト）な対策である |
| 播 種 時 期 | ・1月～2月上旬頃までに播種すれば特段問題はないと考えられる |
| 移 植 時 期 | ・3月頃が適切である ・夏場には成長しており移植はより難しくなるが、行う価値はある |
| 種 子 保 存 | ・軟実あまり乾燥させずに保存するのがよい ・硬実は乾燥させた後保存するべきである ・硬実は5年間保存しても問題はない |
| 対 策 2－1 (堤内地育成) | ・ガタ土の場合は、乾燥に伴う土壌の固化に注意が必要である ・マサ土の場合は、水分不足による成長不良に注意が必要である ・乾燥に伴う塩分濃度の上昇に注意すること |
| 対 策 2－2 (地盤改良箇所移植) | ・波浪の影響を緩和することが重要である ・種子は表面に播くのではなく、土にまぶすべきである |
| そ の 他 | ・ハマボウ等の他の塩生植物も栽培して、教育等の場として活用することも考えられる |

8. おわりに

1月下旬に播種した種子は、1～2週間程度で概ね発芽し、3月中旬時点で写真－2，3に示すとおり3cm程度まで成長し、二葉に分かれた状態である。

種子の産地、地盤高、及び播種密度の相違による成育状況の相違については、現時点では明確に判断できないが、今後成長が進むに連れて明確になるものと考えられる。

土質については、発芽状況に差異はないが、成育状況については、マサ土よりもガタ土の方が水分や栄養塩類等の保有率が高い分だけ良好である。マサ土で育成する場合には、発芽してからしばらくの間は、より頻繁（3日に1回程度）に散水する必要があるものと考えられる。

また、地盤改良箇所に設置した移植ヤードでは、発芽後の最初の大潮時に芽の一部

が潮で流されている状況が確認されており、ガタのひび割れ部や凹部など水分の保有率の高い箇所を中心として成長している。

以上、東与賀海岸における耐震対策事業の概要とそれに伴うシチメンソウの保護育成対策の実施状況について報告した。

今後とも、シチメンソウの保護育成対策には万全を尽くしていきたい。

参考文献等

- 1) 平成7年9月2日付け西日本新聞
- 2) 日本の野生植物 草本 II 離弁花類, 平凡社, p.49, 1982.3.
- 3) 徳永春男・上床隆彦・亀野辰三・小島治幸: 植生による東与賀海岸の環境保全について, 自然災害西部地区部会報・論文集, 第20号, pp.164～169, 1996.3.



写真-2 堤内地でのシチメンソウ育成状況（対策2-1）



写真-3 地盤改良箇所でのシチメンソウ育成状況（対策2-2）

■ 著者略歴



八尋 裕
(やひろ ゆたか)

1990年 京都大学大学院工学研究科修士
課程修了（土木工学）

1996年 建設省九州地方建設局筑後川工
事事務所調査課長