

平成30年度 国営土地改良事業等事後評価
直轄地すべり対策事業「高知三波川帯地区」

基 礎 資 料

平成30年7月
中国四国農政局

直轄地すべり事業「高知三波川帯地区」事後評価基礎資料 目次

1. 事業の概要	1
(1) 地域概況	1
(2) 本地域の地すべりの歴史と特徴.....	2
(3) 事業の経緯と概要.....	4
(4) 地すべり防止対策工法の概要.....	7
1) 工法決定の地質的特色.....	7
2) 工法の選択.....	7
(5) 対策工の効果判定と評価.....	10
1) 対策工の効果判定基準.....	10
2) 事業完了時の評価.....	12
2. 評価項目	13
(1) 社会経済情勢の変化.....	13
1) 人口・世帯数の推移.....	13
2) 産業の動向.....	13
(2) 地域農業の動向.....	14
1) 土地利用の状況.....	14
2) 農業構造の動向.....	14
3) 農業生産の動向.....	17
4) 鳥獣被害防止対策.....	20
(3) 地すべり防止施設の管理状況.....	21
1) 通常の維持管理.....	21
2) 地すべりが再活動した場合等の対応地すべり等の対応.....	22
(4) 費用対効果分析の基礎となった要因の変化.....	23
1) 被害軽減量（想定被害量）の変化.....	23
2) 評価額（被害単価）の変化.....	27
(5) 事業効果の発現状況.....	30
1) 地すべり活動の抑制.....	30
2) 多面的な効果の発現状況.....	32
(6) 事後評価時点における費用対効果分析結果.....	33
1) 地すべり対策事業における効果発現の概念.....	33
2) 被害軽減効果算定の考え方.....	34
3) 効果算定結果の概要.....	35
4) 算定結果	36
(7) 事業実施による環境の変化.....	37
(8) 今後の課題	38
(9) 総合評価	38

【参考資料1】 地すべり対策事業「高知三波川帯地区」完了後の評価に関するアンケートの概要 .. 39

【参考資料2】 地すべり等防止法と区域の指定..... 41

1. 事業の概要

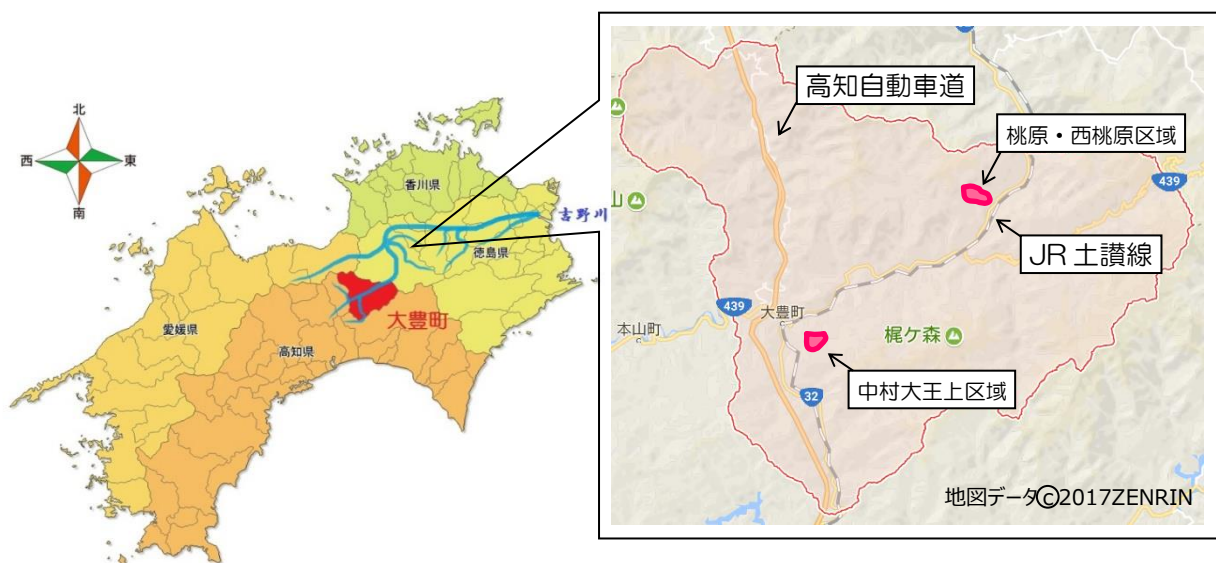
(1) 地域概況

高知三波川帯地区は、徳島県及び愛媛県に接する高知県長岡郡大豊町に位置し、標高 200～1,400m の急傾斜な山岳地帯である。町の中央部を一級河川吉野川が流れている。

高知市街地と中国地域などを結ぶ JR 土讃線、高知自動車道及び国道 32 号線、東西に国道 439 号が横断し、これらを基幹とした交通網が形成されている。

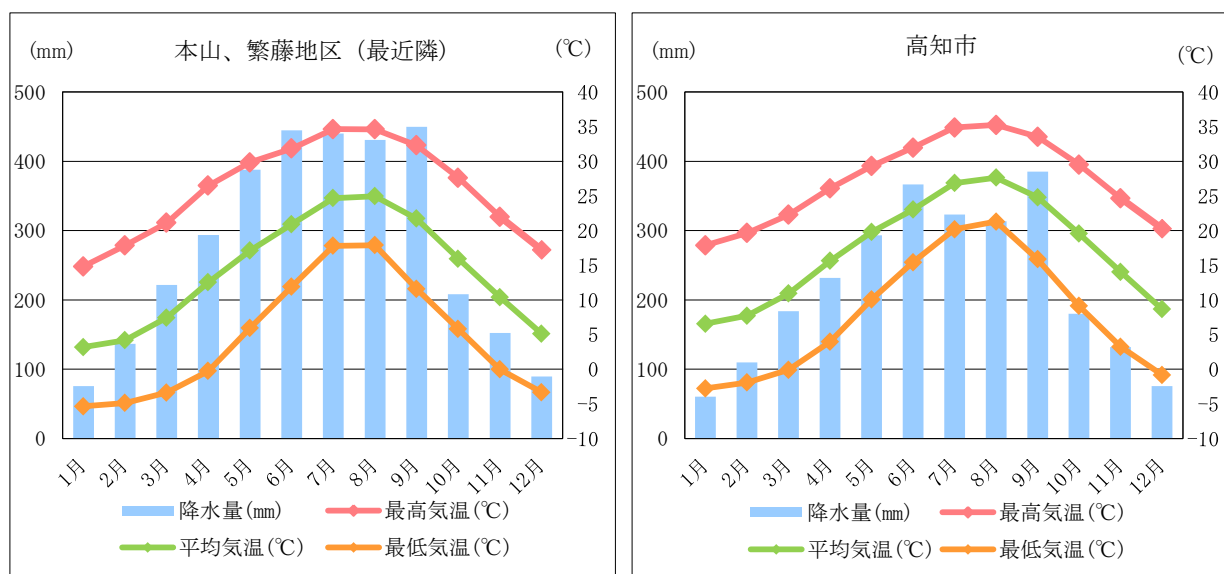
また、年間降水量は 3,000 mm を超える多雨地帯に位置し、平均気温は高知市と比べて冷涼な気候に合わせ、夏秋野菜（ミニトマト、ピーマン、ししとう等）、山菜（ゼンマイ）、果樹（ゆず）等の栽培が行われている。

図 1-1 位置図



出典：Google Map HP

図 1-2 本山、繁藤（観測所及び高知市観測所における月別平均値 1986～2015 年）



出典：気象庁ホームページ

(2) 本地域の地すべりの歴史と特徴

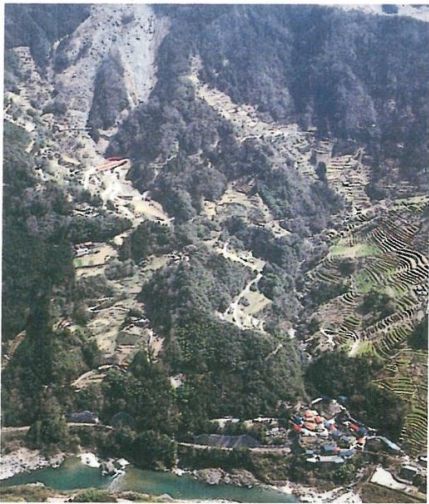
① 本地域の地すべりの歴史

大豊町は「破碎帯地すべり地域」に位置していることから、地層の深い所まで断層や割れ目等の亀裂が多く見られ、地表水がこれらの亀裂を伝って深い所の地層まで到達し、さらに破碎帯を破壊させ、その一部が粘土や土砂状になり、すべり易くなっている。

一旦発生した地すべりは、移動に伴う破壊、風化の影響を受け、地層が一層脆弱になるため、地すべり土塊内で次々と第2、第3の地すべり（2次すべり、3次すべり）を引き起こす。また、本地域は湧水が豊富で地下水位が高い条件にあることから、年間を通じて慢性的に移動しているものが多く、比較的まとまった降雨があると地すべり運動がさらに活発化することになる。

地すべり被害は、図 1-3 に示すように大正から昭和にかけて複数回にわたり甚大な被害が発生している。平成に入ってから式岩地区（平成 11 年 7 月）、川戸連火地区（平成 26 年 8 月）で地すべりが発生している。

図 1-3 地すべり被害の歴史

大豊町における地すべり被害			
	1. 大正14年9月17日	戸手野地区	地すべり
	被害 農地被害約 20,000m ² 民家2戸全壊 犠牲者9名		
	2. 昭和3年8月30日	筏木地区	地すべり
	被害 農地被害 12,000m ² 民家1戸全壊 犠牲者8名		
	3. 昭和16年10月1日	上東地区	地すべり
	被害 農地被害 1,000m ² 犠牲者 乗客2名、国鉄職員4名 国鉄列車転落（客車1両、貨車11両編成）		
	4. 昭和36年10月7日	穴内地区	地すべり
	被害 小学校1校		
	5. 昭和41年5月23日	小川地区	地すべり
	被害 国鉄土讃線及び国道32号線		
	6. 昭和55年6月18日	岩原地区（とうじ山）	地すべり
	被害 農地埋没約 7,000m ² 被災世帯15戸 被災者57名		

昭和55年6月18～19日 とうじ山の地すべりで大量の土砂が家をこわし、農地や山林にも大きな被害をだしました。



式岩地区の被害



川戸連火地区の被害

出典：高知三波川帯農地保全事業パンフレット、技術誌、高知県土木部 防災砂防課

②「三波川帯」の地質構造

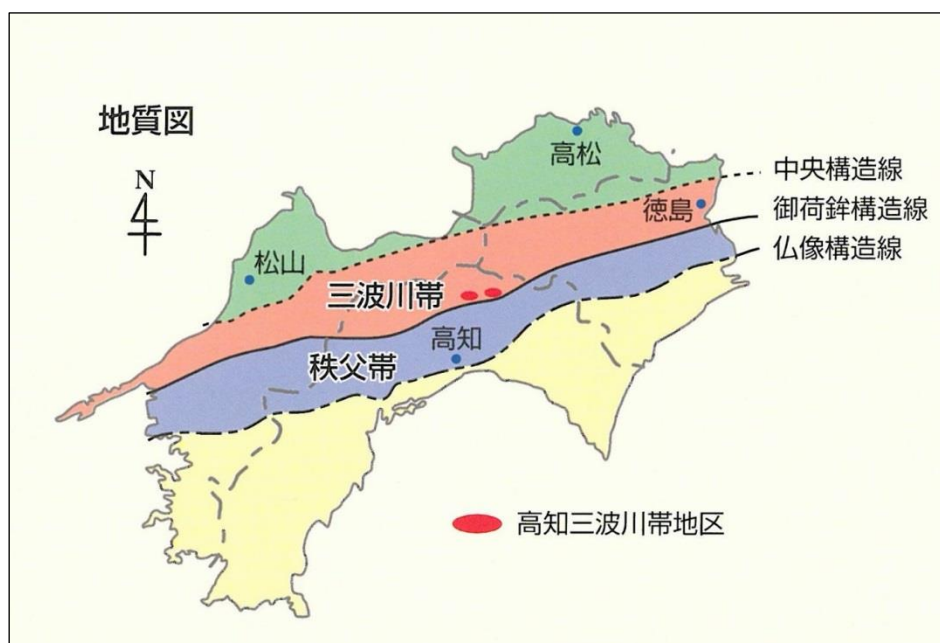
三波川帯とは、群馬県を流れる神流川支流の三波川に由来する広域変成岩帯であり、東は関東山地から西は九州東部の佐賀関半島まで、中央構造線の南側に接して5 kmから30 kmの幅で、延長800 kmにわたって帯状に分布している。

四国の「三波川帯」は、中央構造線と御荷鉾構造線と呼ばれる2本の構造線に挟まれて、愛媛県の佐田岬半島から徳島市までの東西延長250 kmにわたり分布しており、四国の脊梁山地の一端を形成している。

また、2本の構造線に挟まれた影響を強く受けて、岩石が押しつぶされて出来た帯状のもろくて弱い部分(破碎帯)に位置するため、崩壊や地すべりが多く、全国的にも有数の「破碎帯地すべり地域」となっている。

高知県では、このような三波川帯が県北部に分布している。

図 1-4 地質図



出典：高知三波川帯農地保全事業所 完工式パンフレット

(3) 事業の経緯と概要

本地域は年間降雨量が 3,000mm を超える多雨地域で、中央構造線及び御荷鉾構造線の影響を受けた全国的にも有数の破砕帯地すべり地域にあり、宅地や農地のほか道路等の施設にたびたび変状が発生している。

中村大王上区域、桃原区域は昭和 36 年に、西桃原区域は昭和 53 年に地すべり防止区域として指定された。地すべり活動が活発化すれば、地域の農業生産、生活環境への影響にとどまらず、その影響範囲には病院、学校等の公共施設のほか主要な交通網である JR 土讃線、一般国道 32 号線があり、広く地域社会・経済に重大な影響を与えることとなる。

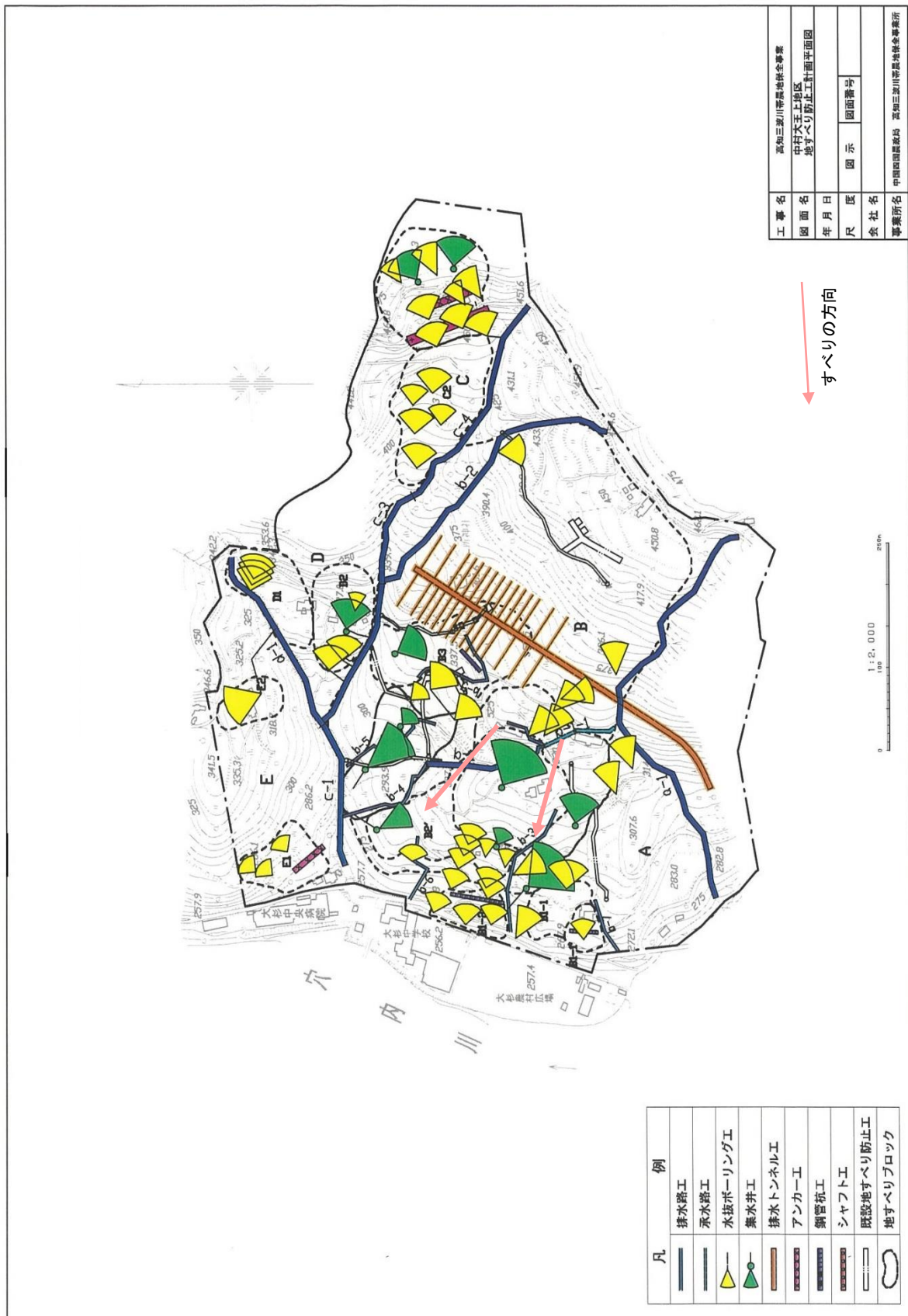
このため、本事業で大規模かつ抜本的な地すべり防止対策を実施し、地域農業の維持・継続及び国土の保全と民生の安定に資するため、平成 11 年 10 月に着工、13 年間の工事施工後、平成 24 年 3 月に工事が完了した。

表 1-1 直轄地すべり対策事業「高知三波川帯地区」の概要

工 事 開 始 の 日		平成11年10月1日（平成11年10月1日付け官報告示第1263号）						
工 事 完 了 の 日		平成24年3月31日（平成24年9月3日付け官報告示第5877号）						
1 地すべりの種類、地質								
1) 地すべりの種類		破砕帯地すべり						
2) 地 質		御荷鉾緑色岩類（中村大王上） 三波川結晶片岩類（桃原、西桃原）						
2 水 系 名		吉野川支川穴内川支溪、伊辺谷川支溪						
3 工事の区域		防止区域面積		166.17ha				
		区域数		3区域				
4 関係市町村		高知県長岡郡大豊町						
5 地 積 （ ha ）		耕地	山林	採草放牧地	宅地	合計	家屋数	
1) 防止区域		31.58	129.04	2.40	3.15	166.17	63戸	
2) 地区外被害想定地域		44.34	349.06	49.60	28.80	471.80	576戸	
合 計		75.92	478.10	52.00	31.95	637.97	639戸	
6 主要工事計画		規格・構造等					事業量	単位
抑制工	1) 承水路工	BF300					1,100	m
〃	2) 排水路工	B2.5m×H2.5m					4,800	m
〃	3) 水抜きボーリング工	径 95mm					23,500	m
〃	4) 集水井工	径 3.5m					34	基
〃	5) 排水トンネル工	2 r = 2.5m					911	m
抑止工	6) アンカー工	Ø115mm等					600	本
〃	7) 鋼管杭工	Ø300mm					97	本
7 工 期		平成11年度～平成23年度						
8 事 業 費		9,500,000千円						
9 関 連 事 業		な し						
10 効用（被害軽減効果額）		33,767,132千円						

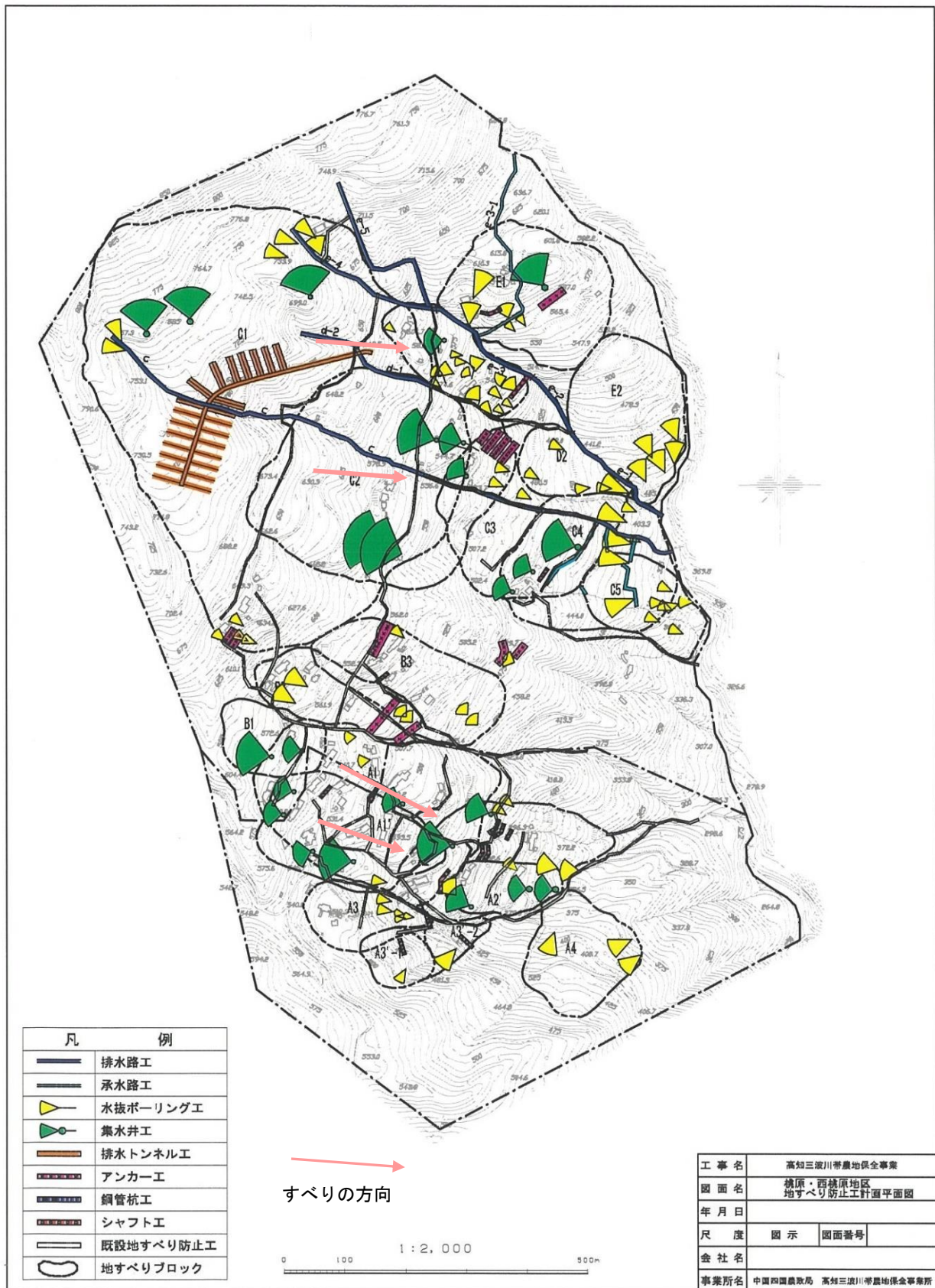
出典：直轄地すべり対策事業「高知三波川帯地区」事業成績書

図 1-5 中村大王上区域平面図



出典：高知三波川帯農地保全事業計画書

図 1-6 桃原・西桃原区域平面図



出典：高知三波川帯農地保全事業計画書

(4) 地すべり防止対策工法の概要

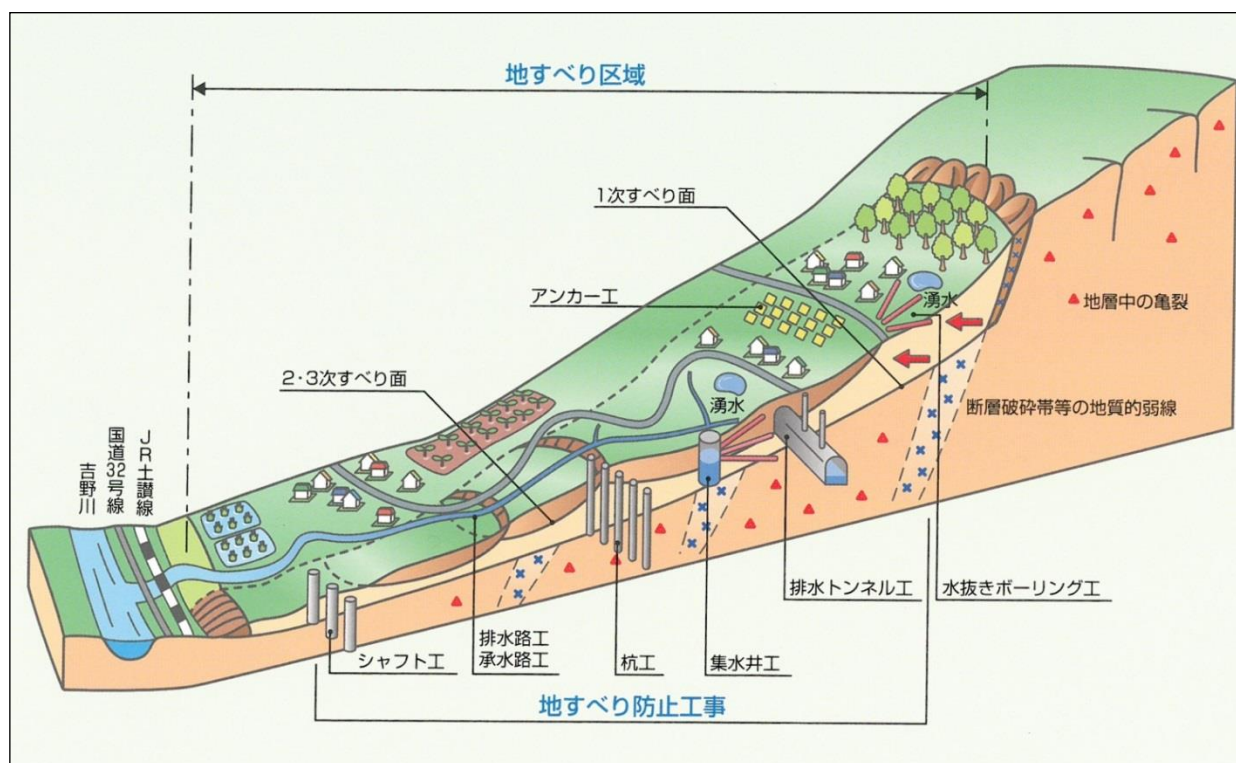
1) 工法決定の地質的特色

地質的特色として、基盤岩は緑色岩類からなると推定される。地すべり土塊の表層 5m～10m 前後は、崩積土あるいは褐色化した強風化岩からなる。それ以深は表層風化の影響はあまり受けていないものの、脆弱な地山からなり、長尺のボーリング調査によると深度 50m 付近までこの脆弱な地質が確認されている。これら風化の影響を受けた脆弱な強風化岩から形成されており、滑動の履歴があるものと考えられる。

2) 工法の選択

地すべり対策事業では、地すべり誘因となる地表水・地下水を計画的に排除する抑制工と、地すべりに対する抵抗力を大きくすることにより活動を抑える抑止工を実施している。高知三波川帯地区では抑制工を基本とし、補完的に抑止工を行った。

図 1-7 地すべり防止工事のイメージ図



出典：高知三波川帯農地保全事業所 完工式パンフレット

① 抑制工

i 承水路工、排水路工

斜面を流下する地表水や水抜きボーリングから排出された水が地下に浸透する前に補水し、速やかに地すべり地域外へ排除し、地すべりを起きにくくする。



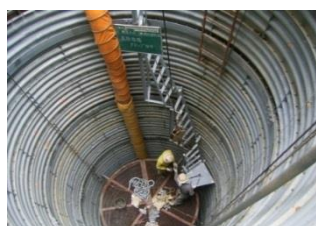
ii 水抜きボーリング工

横方向にボーリングを行い、地表から比較的に浅いところの地下水を排除する。



iii 集水井工

井戸を掘り、井戸の中から横方向にボーリングを行い、通常の水抜きボーリング工では届かない深い位置にある地下水を排除する。集水した水は、地下排水管により地表の排水路まで導水して放流する。



iv 排水トンネル工

トンネルを掘り、トンネルの中から斜め上方向にボーリングを行い、地表から深いところの地下水を排除する。



② 抑止工

i アンカー工

地すべり土塊と動かない地盤を鋼材（アンカー）で締め付けて固定し、地すべりを止める。



ii 鋼管杭工

鋼管の杭を地すべり土塊とその下の動かない地盤まで貫くように深く打ち込んで、地すべりを止める。



(5) 対策工の効果判定と評価

1) 対策工の効果判定基準

地すべりのメカニズムは複雑であり、対策工事で地すべりを完全に止めることは困難である。このため、地すべり対策では、実害がない程度に地すべりの動きが減速した状態、あるいは動き出す可能性がないとはいえないが止まった状態を確認して「概ね成った」と考え「概成」と呼んでいる。

対策工事を進めるに当たって、緩やかな地すべり変位を許容しつつ豪雨時の急激な変位あるいは斜面崩壊を防止することを目標とし、安定解析と地下水位の両観点から具体的な目標値を定量化することとし、有識者から成る「地すべり対策技術検討委員会」の意見を踏まえ、目標安全率と概成基準（表 1-2）を定めている。

表 1-2 目標安全率と概成基準

ア．目標安全率
平常（渇水）時：Fs=1.20
現実的な水位低下（3～5m）で到達可能なブロックを対象
事業当初比（渇水期ベース）で5%
対策工の設計上、Fs=1.20 が目標として過大な場合（水位低下量5m以上を要する水位なしでもFs=1.20 に到達しない）を対象。ただし、豊水期でFs=1.00 以上
イ．概成基準
① 年間変位6mm未満（月平均0.5mm未満）
② 最大変位月間2mm未満（2ヵ月連続しないこと）

出典：高知三波川帯地区技術誌

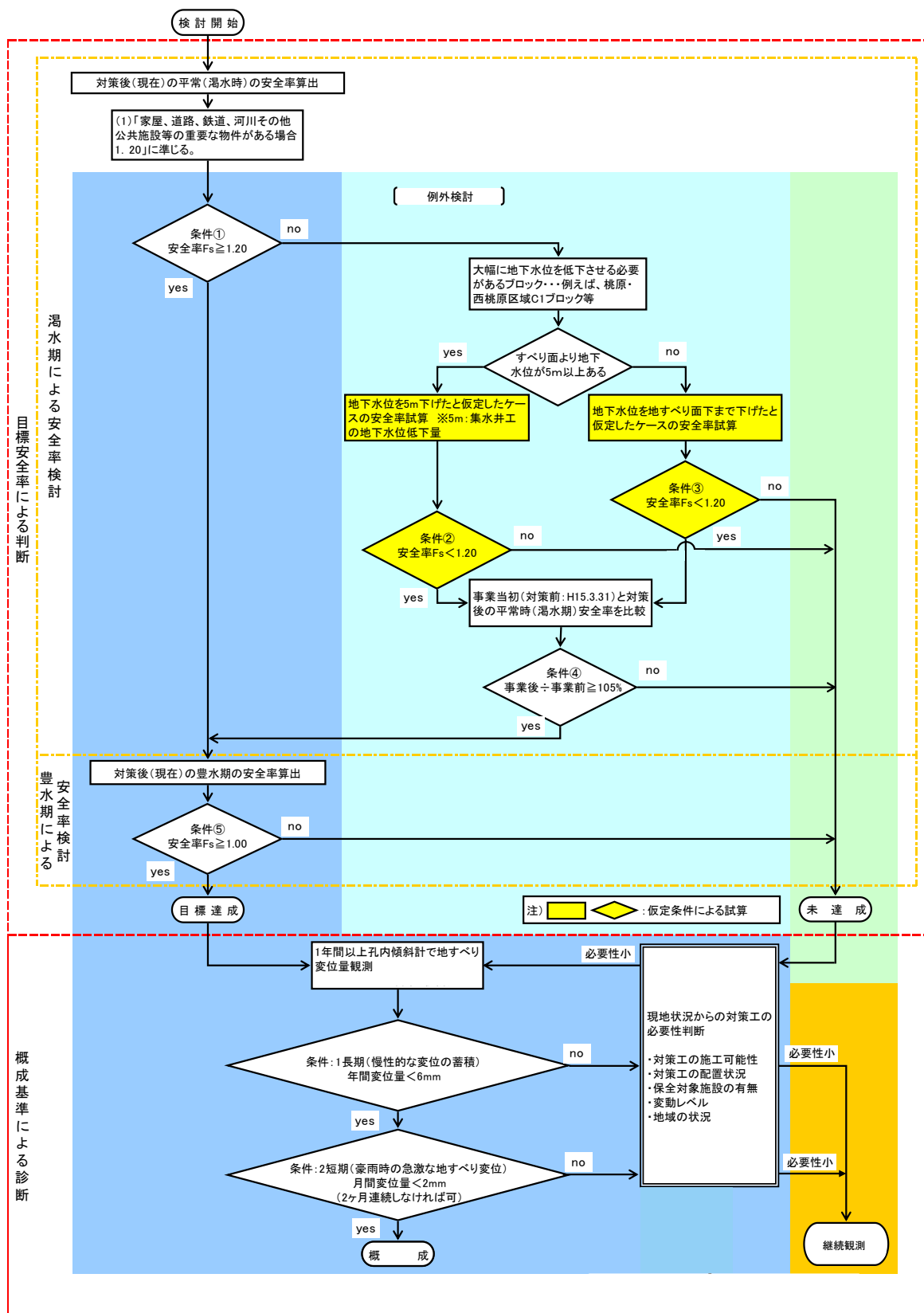
安全率 (Fs) とは、「地すべりに抵抗する力」と「地すべりが起きようとする力」の比のことで、安全率が1より小さければ地すべりが発生し、安全率が1より大きければ地すべりは起こらない。

$$\begin{aligned}\text{安全率} &= \frac{\text{地すべりに抵抗する力}}{\text{地すべりが起きようとする力}} \\ &= \frac{c + (W \times \cos \alpha - u) \tan \phi}{W \times \sin \alpha}\end{aligned}$$

c : 土の粘着力 α : 地すべり面の角度
u : 間隙水圧(地下水位) φ : 土の内部摩擦角
w : 土の重さ

※ c, α, φ, Wは土の性質なので変えられない。
安全率を上げるには、以下の2通りの手段がある。
u (地下水位)を低下させる(抑制工)
「地すべりに抵抗する力」を直接追加する(抑止工)

図 1-8 概成までのフロー



出典：高知三波川帯地区技術誌

2) 事業完了時の評価

地すべり対策工を施行した地すべりブロック（中村大王上区域 13 ブロック、桃原・西桃原区域 20 ブロック）において、地下水位観測によって得られた地下水位と孔内傾斜計による変位状況から、目標安全率及び概成基準に基づく対策工法の効果を検証し、概ね安定化していると判定された。

2. 評価項目

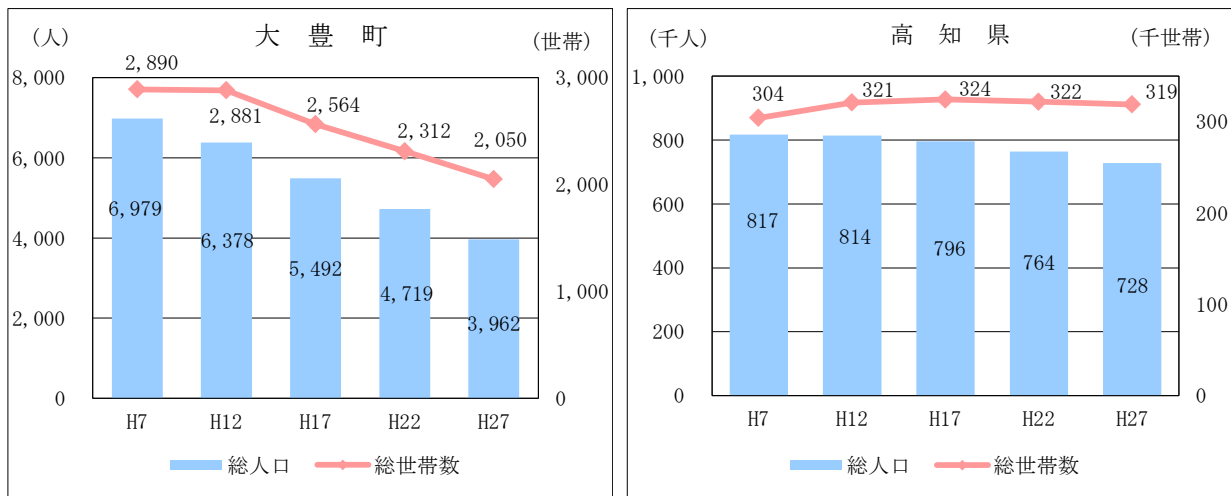
(1) 社会経済情勢の変化

1) 人口・世帯数の推移

大豊町における総人口は、平成7年の6,979人から平成27年には3,962人と3,017人減少(43%減)しており、高知県全体では平成7年の817千人から平成27年には728千人へと89千人減少(11%減)している。県全体の減少率に比べ大豊町の総人口は著しい減少となっている。

また、総世帯数も大豊町は平成7年の2,890世帯から平成27年には2,050世帯と840世帯減少(29%減)しており、県全体は平成7年の304千世帯から平成27年には319千世帯と15千世帯増加(5%増)していることから、総人口と同様に県全体と比べ大豊町は著しい減少となっている。

図 2-1 人口・世帯数の推移



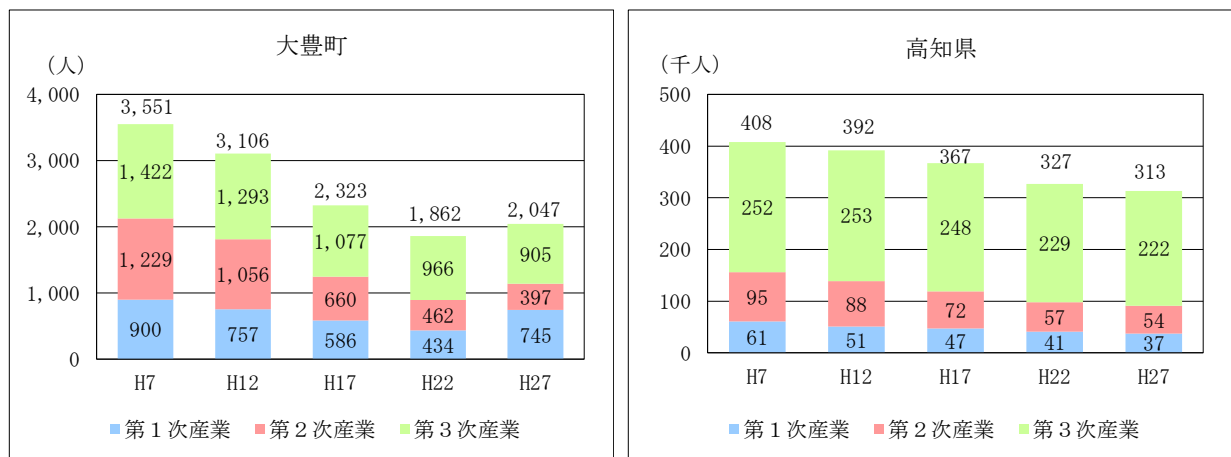
出典：国勢調査

2) 産業の動向

大豊町の産業別就業人口の総数は、平成7年の3,551人から平成27年には2,047人と1,504人減少(42%減)している。高知県全体では、平成7年の408千人から平成27年には313千人と95千人減少(23%減)であり、県全体と比べ大豊町の減少が進んでいる。

大豊町の第1次産業就業人口割合は、平成7年の25%から平成27年には36%と増加している。県全体は、平成7年の15%から平成27年には11%となっており、県全体と比べ大豊町の第1次産業への就業人口割合が高くなっている。

図 2-2 産業別就業人口の推移



出典：国勢調査