

熊本地震からの益城町の市街地復興に向けた
安全対策のあり方等に関する報告書

最終報告

平成 29 年 3 月

国土交通省都市局

目 次

1. 概要	1
1.1. 検討概要	1
1.2. 平成 28 年（2016 年）熊本地震の地震動とメカニズム	2
1.3. 熊本地震による益城町の被害概要	6
2. 益城町の地形・地質	8
2.1. 熊本平野周辺の地形・地質概要	8
2.2. 益城町周辺の地形・地質	11
3. 益城町市街地で発生した地震現象とその分析	17
3.1. 地質調査の項目及び数量	17
3.2. 活断層	22
3.3. 強震動	41
3.4. 液状化	53
3.5. 側方流動（広域的な地盤変位）	56
4. 活断層の将来的な活動	59
5. 建築物、宅地の被害状況とその要因	64
5.1. 建築物、宅地の被害状況	64
5.2. 各被害要因が建築物、宅地に与えた影響の分析結果と安全対策の必要性	70
6. 今回の地震被害を踏まえた益城町での安全対策の提案	86
6.1. 安全対策の基本方針	86
6.2. 活断層による地盤のズレに対する安全対策の提案	86
6.3. 強震動に対する安全対策の提案	90
6.4. 液状化に対する安全対策の提案	91
7. まとめ	92
益城町の市街地復興に向けた安全対策等検討有識者会議 委員名簿	93
参考資料	94

1. 概要

1.1. 検討概要

平成 28 年 4 月 14 日及び 16 日に発生した平成 28 年（2016 年）熊本地震（M6.5 及び M7.3）は、益城町で 2 度の最大震度 7 が観測され、木造建築物を中心とした構造物に対し甚大な被害をもたらした。

4 月 14 日の M6.5 の地震は主に日奈久断層帯高野－白幡区間が、4 月 16 日の M7.3 の地震は主に布田川断層帯布田川区間が活動したと考えられている。この二つの断層はいずれも益城町市街地に近接していることから、益城町市街地で 2 度の大きな地震動が発生したと考えられる。

特に、益城町直下には布田川断層帯布田川区間の西端に位置する木山断層が位置すると言われており、4 月 16 日の地震における木山断層を含めた布田川断層帯の活動が、益城町内において 1000gal 前後の強烈な揺れと多くの地表地震断層をもたらしており、これらが甚大な被害をもたらせた要因ではないかと考えられている。さらに布田川断層帯布田川区間の西方延長には、今回の活動が確認されていない布田川断層帯宇土区間が近接して存在しており、益城町市街地ではこの活断層を震源とする地震により将来的にも今回と同様な活断層の影響が懸念される。

このため、市街地直下の活断層の活動という地震の特殊性を踏まえ、今後、益城町において安全な市街地の復興が進められることとなっており、その検討を支援することを目的として今回の地震における被害要因の調査・分析を行い、被害要因に対応したまちづくりにおける安全対策の考え方の検討及び提案を行うものである。

本報告は、地震の影響により大きな被害を受けた益城町市街地において、地形・地質及び地盤特性の把握を目的とした地質調査等を実施し、その結果を踏まえて将来の活断層の活動に関する評価や、市街地の復興に向けた安全対策の提案等を行うものであるが、限られた期間・範囲で行われた調査結果をもとに分析等を行ったものであり、必ずしもすべてが解明されているわけではない。現在、益城町において復興に向けたまちづくりの計画策定を急ぎ進める必要があることから、取り急ぎ現段階での評価や安全対策の提案を提示するものであり、今後、新たな事実の判明や新しい知見が得られた場合には、それらの事実や知見を踏まえた評価や安全対策の検討を行うことが望まれる。

なお、市街地直下の活断層の活動という地震の特殊性を踏まえ、被害要因や安全対策の検討においては、活断層や地震・地盤及び建築の専門家からなる有識者会議を設置して意見を聴取し、その結果を本報告に反映している。

1.2. 平成 28 年（2016 年）熊本地震の地震動とメカニズム

(1) 観測地震（前震、本震及び余震）

今回の地震では、4 月 14 日に発生した震度 7 の前震、4 月 16 日に発生した震度 7 の本震等、表 1-1 に示す通り、計 7 回に渡り震度 6 弱以上を観測した地震が発生し、熊本県を中心に甚大な被害が発生した。また、その後も余震の発生が続いており、表 1-2 に示す通り、平成 29 年 3 月 5 日時点の集計にて、震度 1 以上を観測した地震が 4264 回発生している。

熊本地震の前震、本震及び余震の震央分布と余震回数頻度分布を図 1-1 に示す。熊本地震の余震は、布田川断層帯、日奈久断層帯、別府-万年山断層帯周辺の広い範囲にて発生している。また、余震回数は、国内における過去の内陸及び沿岸にて発生した地震と比較しても多く発生しており、近年の地震で最も多かった平成 16 年（2004 年）新潟県中越地震を上回る余震回数である。これらの観測結果から、今回の熊本地震はこれまでに類を見ない広範囲かつ大規模な地震活動であったことが分かる。

表 1-1 震度 6 弱以上を観測した地震の一覧

発生日時	時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
4 月 14 日	21 時 26 分	熊本県熊本地方	6.5	7
4 月 14 日	22 時 07 分	熊本県熊本地方	5.8	6 弱
4 月 15 日	00 時 03 分	熊本県熊本地方	6.4	6 強
4 月 16 日	01 時 25 分	熊本県熊本地方	7.3	7
4 月 16 日	01 時 45 分	熊本県熊本地方	5.9	6 弱
4 月 16 日	03 時 55 分	熊本県阿蘇地方	5.8	6 強
4 月 16 日	09 時 48 分	熊本県熊本地方	5.4	6 弱

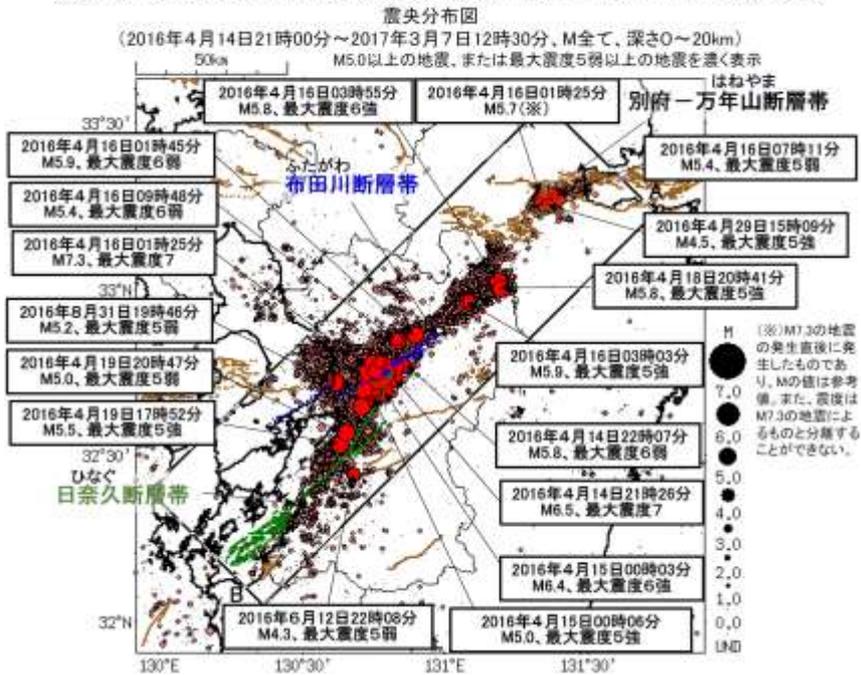
出典：報道発表資料 平成 28 年 7 月 12 日 10 時 30 分 気象庁

表 1-2 震度 1 以上を観測した地震回数の一覧

時間帯	最大震度別回数									震度 1 以上を 観測した回数	
	1	2	3	4	5 弱	5 強	6 弱	6 強	7	回数	累計
4/14-4/30	1722	859	323	98	10	5	3	2	2	3024	3024
5/1-5/31	344	134	43	8	0	0	0	0	0	529	3553
6/1-6/30	147	51	14	4	1	0	0	0	0	217	3770
7/1-7/31	85	19	8	1	0	0	0	0	0	113	3883
8/1-8/31	77	28	3	2	1	0	0	0	0	111	3994
9/1-9/30	49	16	7	2	0	0	0	0	0	74	4068
10/1-10/31	41	10	4	0	0	0	0	0	0	55	4123
11/1-11/30	24	16	1	1	0	0	0	0	0	42	4165
12/1-12/31	31	10	3	0	0	0	0	0	0	44	4209
1/1-1/31	22	8	1	1	0	0	0	0	0	32	4241
2/1-2/28	13	4	1	0	0	0	0	0	0	18	4259
3/1-3/5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	4264

出典：平成 28 年（2016 年）熊本地震の関連情報 気象庁 HP 平成 29 年 3 月 06 日現在

「平成28年（2016年）熊本地震」
 熊本県から大分県にかけての地震活動の状況（2017年3月7日12時30分現在）



内陸及び沿岸で発生した主な地震の
 地震回数比較（マグニチュード3.5以上）

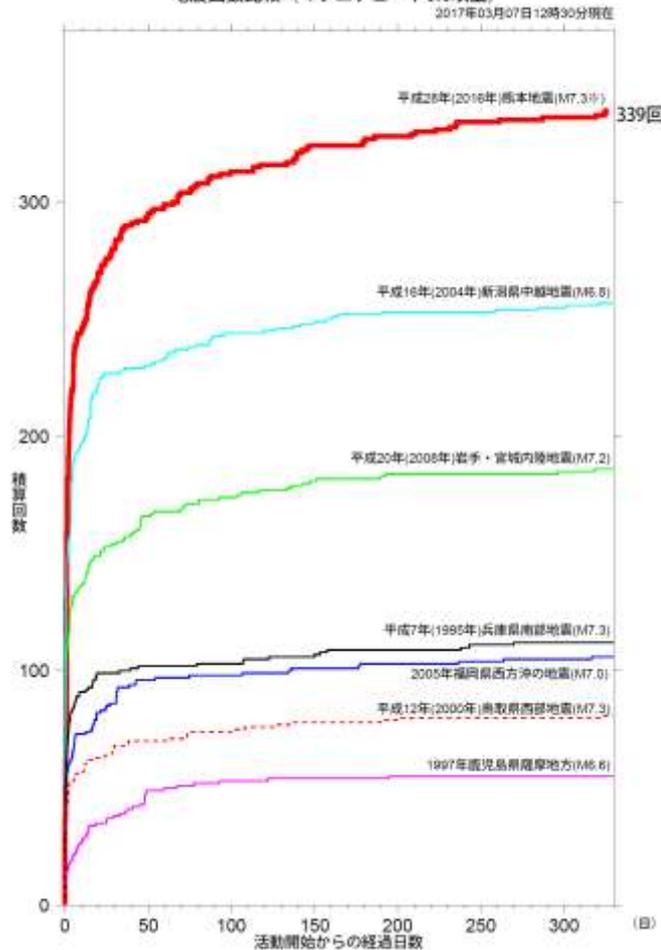


図 1-1 熊本地震の震央分布と余震回数頻度分布（過去の地震との比較）

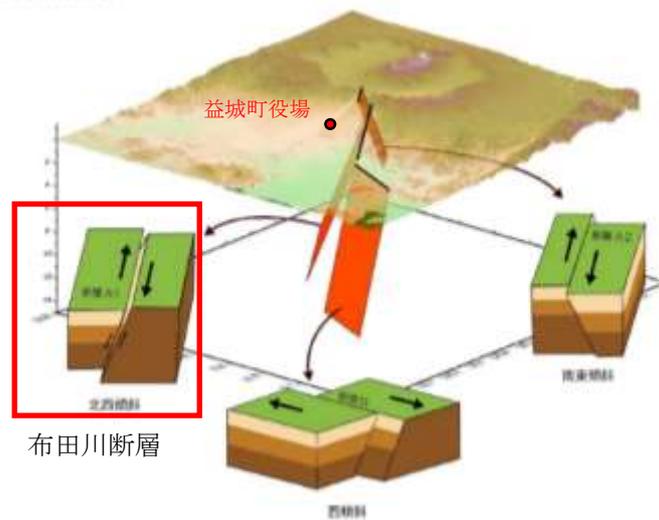
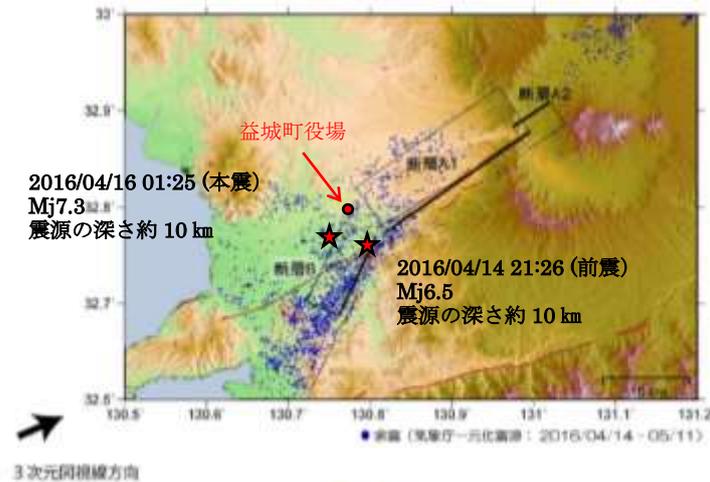
出典：平成 28 年（2016 年）熊本地震の関連情報 気象庁 HP 平成 29 年 3 月 7 日現在

(2) 熊本地震のメカニズム

平成 28 年 4 月に益城付近を震源とする前震 (M6.5) と本震 (M7.3) が発生した。地震の概要は表 1-3 のとおりであり、前震の震源断層は北北西-南南東方向に張力軸を持つ右横ズレ断層、本震の震源断層は南北方向に張力軸を持つ、右ズレおよび正断層成分を含む断層とされている。前震および本震により、益城町周辺では、東部の堂園で最大 2m 程度の右ズレが確認されており、右横ズレ断層の活動の影響が強く出ていることが分かる (図 1-3)。

表 1-3 熊本地震の概要

区分	マグニチュード	震源の深さ	発震機構	震源断層
前震	M6.5	約 10 km	北北西-南南東方向に張力軸を持つ横ズレ断層型	北北東-南南西方向に延びる右横ズレ断層
本震	M7.3	約 10 km	南北方向に張力軸を持つ横ズレ断層型	北東-南西方向に延びる右横ズレ断層で正断層成分を含む



	経度	緯度	上縁深さ	長さ	幅	走向	傾斜	滑り角	滑り量	M_w
	[°]	[°]	[km]	[km]	[km]	[°]	[°]	[°]	[m]	
断層 A1	130.996	32.878	0.6	20.0	12.5	235	60	209	4.1	6.96
断層 A2	130.975	32.883	0.2	5.1	6.6	56	62	178	3.8	6.36
断層 B	130.807	32.770	0.8	10.2	13.0	205	72	176	2.7	6.65

※矩形断層 3 枚での推定結果。位置は断層の左上端を示す。

図 1-2 熊本地震の震源断層モデル (暫定模式図)

出典：平成 28 年熊本地震の震源断層モデル、国土地理院より



loc003



上益城郡益城町堂園

耕作地に生じた地表地震断層
 右横ズレ量 約 2m
 縦ズレ量 北西側上昇約 0.2m

図 1-3 益城町周辺での熊本地震 (H28.4) の最大変位量

出典：平成 28 年 (2016 年) 熊本地震 地表地震断層現地調査、株式会社 PASCO より

1.3. 熊本地震による益城町の被害概要

熊本地震における益城町の人的被害、住家被害及び罹災証明書の交付件数状況を以下の表に示す。

(出典：熊本県災害警戒本部 平成 28 年熊本地震等に係る被害状況について【第 220 報】平成 29 年 2 月 28 日 13 時 30 分 現在)

表 1-4 被害分類毎の人的被害数一覧

被害分類	自治体	熊本県全体		
			うち、益城町	比率
死者	人	199	34	17.1%
行方不明者	人	0	0	0.0%
重傷者	人	1,119	130	11.6%
軽傷者	人	1,549	31	2.0%
分類未確定	人	0	0	0.0%

表 1-5 建物被害分類毎の住家被害数一覧

被害分類	自治体	熊本県全体※		
			うち、益城町	比率
全壊	棟	8,651	3,021	34.9%
	世帯	12,480	3,522	28.2%
	人	13,096	8,432	64.4%
半壊	棟	33,179	3,193	9.6%
	世帯	64,548	3,798	5.9%
	人	36,966	9,672	26.2%
一部破損	棟	142,907	4,368	3.1%
	世帯	118,790	4,625	3.9%
	人	104,643	13,494	12.9%

※一部自治体において「人」のデータが得られていないため、世帯>人となっている

表 1-6 益城町の建物被害状況の内訳

全壊	大規模半壊	半壊	一部損壊	無被害	総計
3,522	995	2,803	4,625	7	11,945

表 1-7 住家被害に伴う罹災証明書の交付件数の状況

市町村名	罹災証明書交付件数【(B) = ①+②+③+④】				
	総数 (B)	罹災区分別内訳			
		全壊①	大規模半壊②	半壊③	一部破損④
益城町	11,945	3,522	995	2,803	4,625
	(%)	29.5	8.3	23.5	38.7

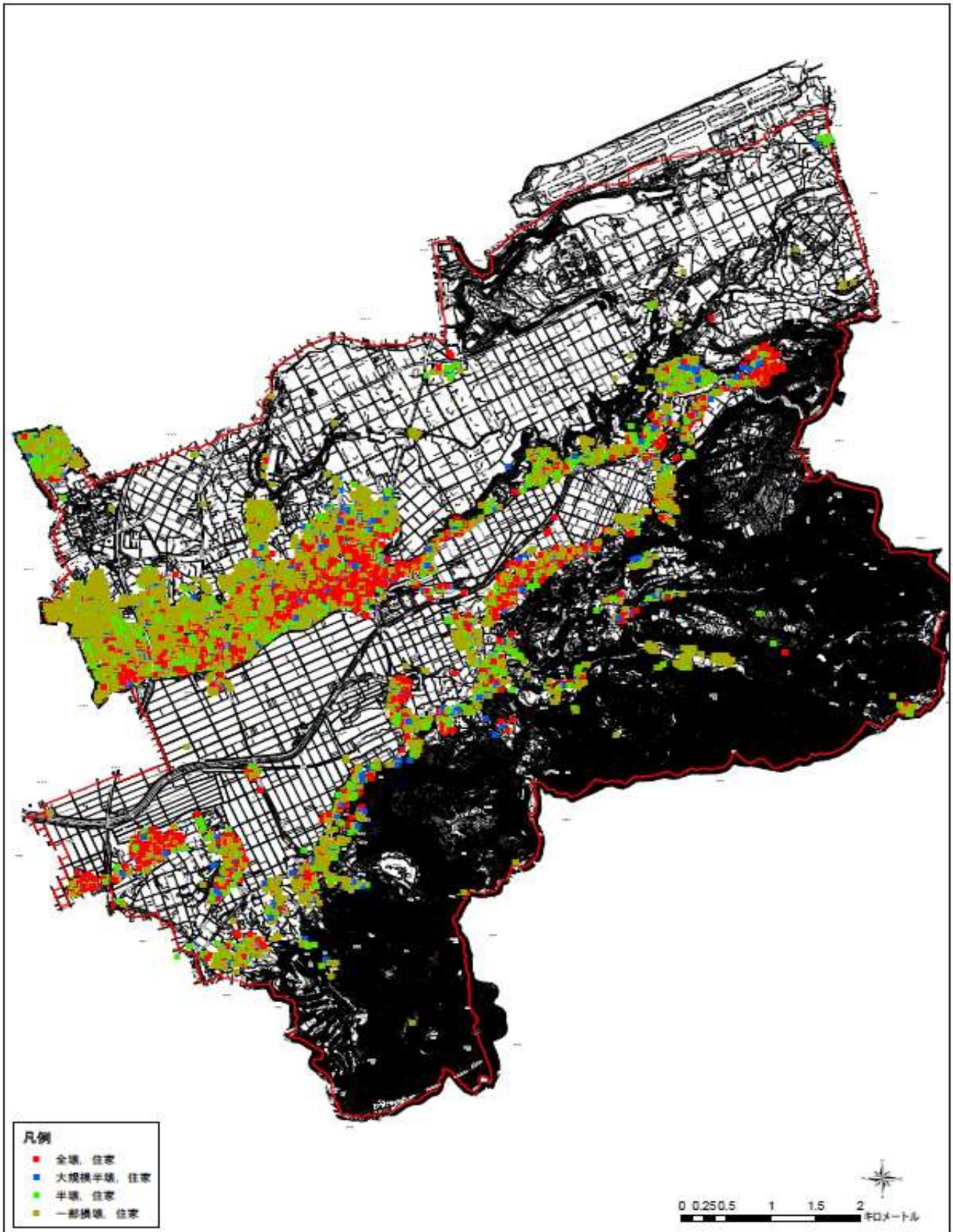


図 1-4 益城町家屋被災状況図

出典：益城町の罹災証明交付状況

2. 益城町の地形・地質

2.1. 熊本平野周辺の地形・地質概要

(1) 熊本平野周辺の地形概要

益城町市街地は、阿蘇外輪山の西側西麓の白川と木山川に挟まれた緩やかな台地上の南側に位置している。この緩やかな台地の東方には高遊原溶岩で形成される一段高い台地が分布する。

市街地周辺は、主に Aso-4 火砕流堆積物がつくる緩やかに南西側に傾斜した台地上に位置しており、この台地（低～中・高位河成段丘群を含む）は西側に向かうに従い徐々に熊本市側の沖積低地に潜り込むように分布しているが、南側の木山川流域の沖積低地に対しては、比較的直線的な境界で接している。（図 2-1）。

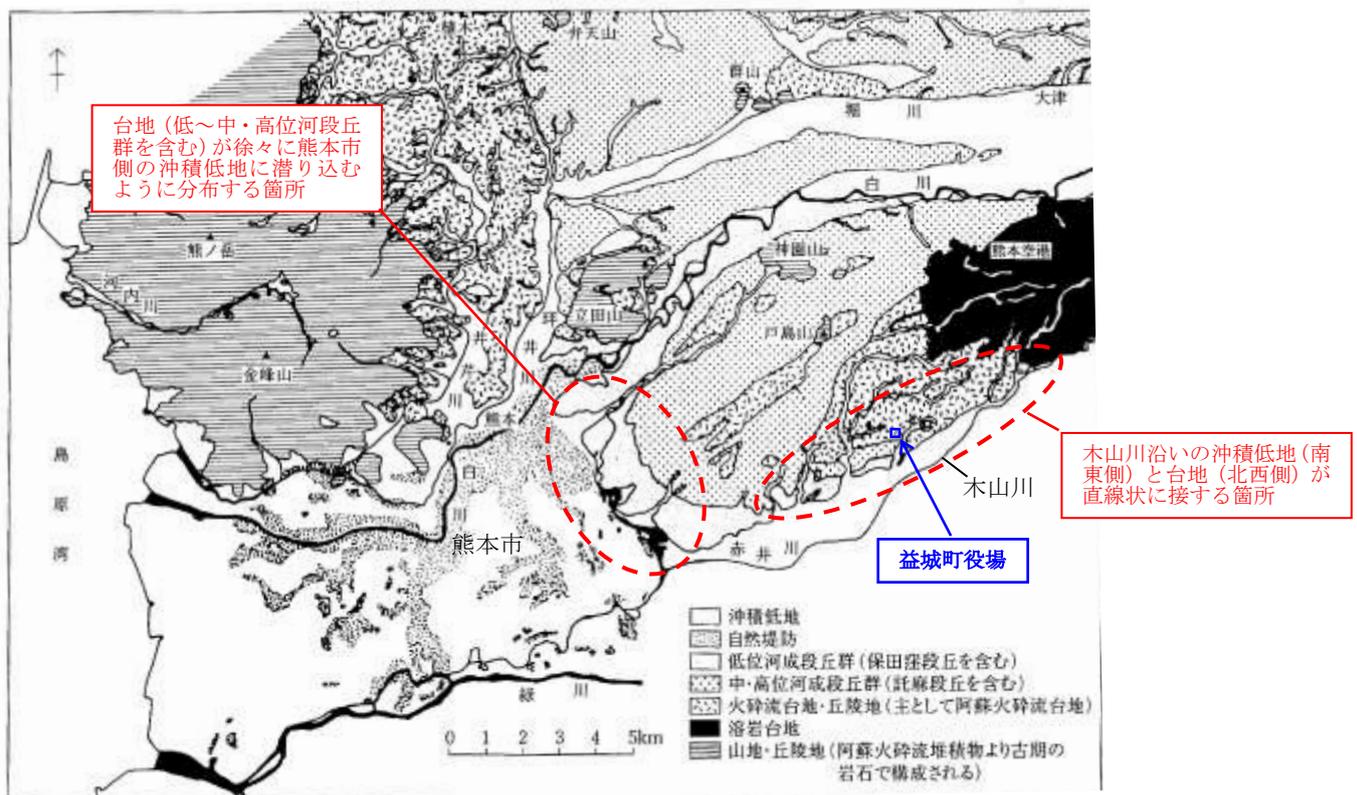


図 2-1 熊本平野の地形分類図

出典：「日本の地形-九州・沖縄地方」より引用

(2) 熊本平野周辺の地質分布

熊本平野周辺の地質図を図 2-2 に示す。益城町主部が位置する台地には一段高いところに高遊原溶岩（図 2-2 の凡例 822:以下凡例の番号のみを示す）が分布し、その西側には Aso-4 火砕流堆積物（902）が形成する台地が高遊原台地を取り巻くように分布する。さらに西側および南側には、それを覆うように後期更新世後期の段丘堆積物が 2 面（23,22）分布する。

これら段丘の下には Aso-4 火砕流堆積物が分布しているのが高速道路付近で確認されている。このほか台地の一部には残丘状に後期白亜系の堆積岩（141）が点在している。益城町市街地のある西側は低地沿いに保田窪砂礫層（22）と呼ばれる低位段丘が台地の縁を覆うように分布する。

益城市街地南側の沖積低地の南側には、白亜系の堆積岩類が広く分布している。この付近には、先阿蘇火山岩類（1010）も分布するほか、Aso-4 も含めより古い Aso-1,2 に相当する火砕流堆積物が、古期岩類を覆って分布しているが台地状の地形を呈していない。

また、熊本地域の深層地下水の供給層である砥川溶岩（823）が分布する。この溶岩は北西側に流れたとされるが、布田川断層帯の断層で切られ、木山川低地帯では地下深部に伏在するとされている。

阿蘇火山と熊本低地を構成する更新世中期・後期の地質層序表は表 2-1 のようにまとめられている。

表 2-1 熊本平野の地質層序（横山・渡辺(1991)を一部改訂）

沖積層		
鬼界アカホヤ火山灰 (K-Ah)	6300 年前	↑ (阿蘇中央火口丘) 火山灰
保田窪段丘堆積物		
始良 Tn 火山灰 (AT)	2.5-2.8 万年前	
託麻段丘堆積物		
Aso-4 火砕流堆積物	8.5-8.9 万年前	
大峰火砕丘・高遊原溶岩		
花房層・布田層・御幸層		
Aso-3 火砕流堆積物	11.5-13 万年前	
Aso-3, -2 間堆積物		
Aso-2 火砕流堆積物	約 15 万年前	
赤井火砕丘・砥川溶岩		
Aso-2, -1 間堆積物		
Aso-1 火砕流堆積物	25.5-27 万年前	
下礫層		
合志層・津森層・水前寺層		
金峰火山外輪山の火山岩類および先阿蘇火山岩類		
基盤岩類（先第四紀層）		

AT, K-Ah の年代は未校正.

出典：「日本の地形-九州・沖縄地方」より引用

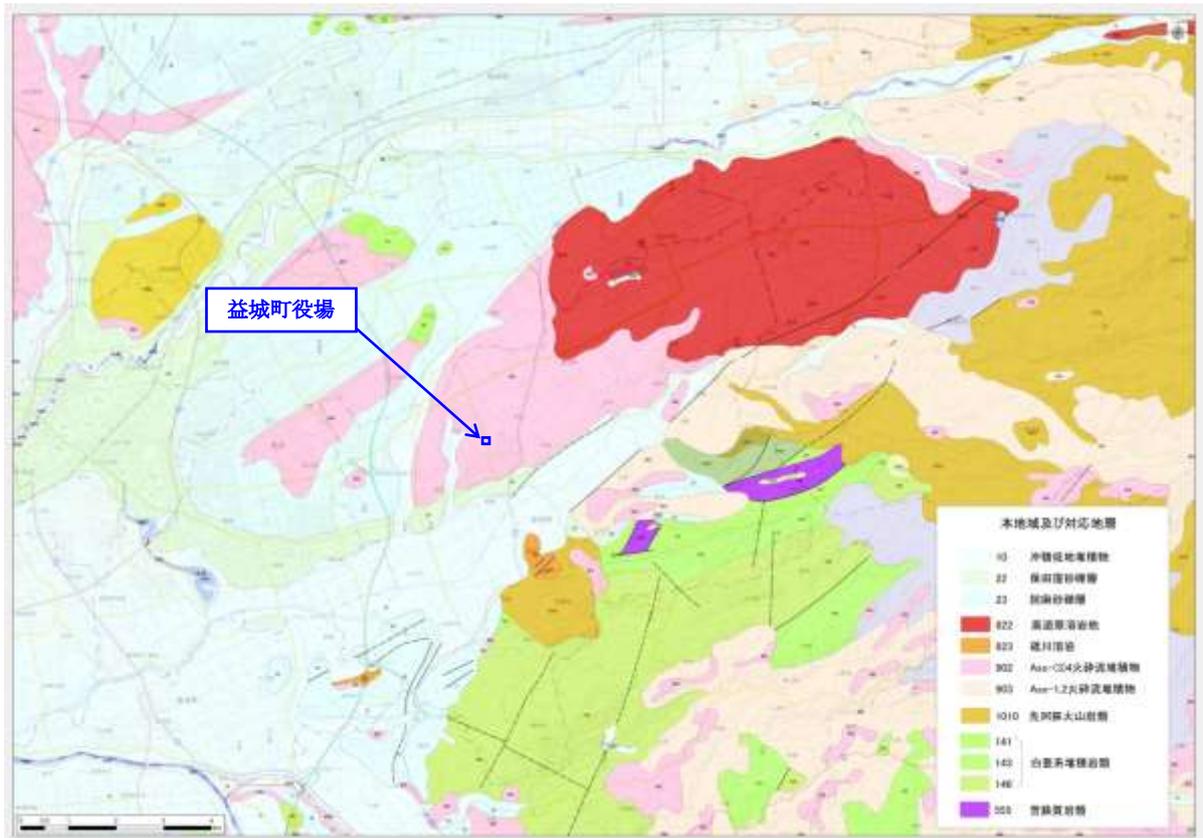


図 2-2 熊本平野周辺のシームレス地質図

出典：産業技術研究所HPより

2.2. 益城町周辺の地形・地質

(1) 益城町周辺の地質構成

阿蘇火山と熊本低地を構成する地質層序表（表 2-1）を参考に益城町周辺の地質構成を表 2-2 のように区分した。益城町市街地の地盤を構成している地質は上位から概ね次のとおりである。これらの地層は表層部を除いて比較的よくそろっており、対比可能である。

図 2-3 には主な構成地質のボーリングコア写真を示す。Aso-4 二次堆積物には水平な堆積構造（ラミナ）が観察されることから（写真 2-1）、比較的穏やかな堆積環境で堆積したものと推定される。

表 2-2 益城町周辺の地質構成

時代	土質・地質	特徴	備考（地層対比）
完新世	盛土		
	1) クロボク土	黒色有機質土	高位面のみ
後期更新世	2) アカボク土	茶色～褐色を呈する降下火山灰質シルト	中位面にも分布
	3) 火山灰質シルト	淡褐色の火山灰質シルトを主とし細かい互層状を呈する。非常に軟弱である	Aso-4 の二次堆積物
	4) 火山灰質砂礫	軽石片を多く含む火山灰質砂礫。砂は中粒ないし粗粒 締まりはよい	Aso-4 火砕流堆積物上部層
	5) 火山角礫	中礫サイズの火山礫・軽石片・異種岩片を多く伴う角礫 締まりはよい	Aso-4 火砕流堆積物下部層
	6) 固結シルト	火山灰質シルトで風化して褐色を呈し固結している。場所によって互層状になる部分もある。	Aso-4 直下の間隙層
	7) 凝灰質砂礫	小火山角礫を含むスコリア質凝灰岩を基質とし、弱溶結する。	Aso-3 火砕流堆積物等

1) クロボク土



2) アカボク土



3) Aso-4 二次堆積物 (火山灰質シルト)



4) Aso-4 火砕流堆積物上部層 (軽石混じり火山灰質砂質土)



5) Aso-4 火砕流堆積物下部層 (軽石混じり火山角礫)



6) Aso-4/直下の間隙層 (固結砂質シルト)



7) Aso-3 火砕流堆積物等 (スコリア質弱溶結凝灰岩・火山角礫など)



図 2-3 益城町周辺の構成地質の代表的ボーリングコア



写真 2-1 Aso-4 二次堆積物の露頭状況
ほぼ水平に見えるのが堆積構造 (ラミナ)

(2) 益城町周辺の地形区分

地震による被害と地形との関係把握に用いる基礎資料とするため、益城町周辺の地形区分図を作成した(図 2-4; 調査対象範囲のうち鉄砂川東側、図 2-5; 調査対象範囲のうち鉄砂川西側)。地形区分図の作成に際しては、既刊の地形分類図、旧版地形図等を参照し、昭和 31 年・平成 9 年・平成 28 年撮影の空中写真を用いて地形の判読を行った。

地形区分図から以下のことが言える。

- ・益城町周辺の地形は、大局的に北から南へ向けた緩傾斜地形であるが、高位面・中位面・低位面・沖積低地に区切られる(これらの地形面は数m程度の低崖を境界として、認識できる地形面に区分した)。
- ・各面の境界付近には、一部で人工改変地形が認められる。
- ・東から流れる秋津川流域、及び秋津川に北側から合流する迫川及び鉄砂川の流域が沖積低地となっており、周囲では最も低くなる。
- ・鉄砂川西側には秋津川の旧河道が位置し、現河道との間に中州状の高まりが形成されている。また、更に西側の妙見川の東側には低位面が分布する。
- ・益城町役場は高位面の最も南側～高位面の人工改変地との境界付近に位置する。また今回被害が甚大であった鉄砂川東側かつ県道熊本高森線の南側のエリアは主に中位面に相当する。

地形区分図に示す主な地形面および主たる構成地質の特徴は以下のとおり。

(高位面)

益城台地の最上位を形成する幅広い平坦面で、南西側に緩く傾斜している。火砕流堆積物と上位の二次堆積物の堆積原面からなるとみられる。上位の堆積原面表層には、クロボク土・アカボク土(降下火山灰の風化土)が分布し、その下位に Aso-4 起源の軟弱な二次堆積物、更にその下位に Aso-4 火砕流堆積物本体が分布する。これらはボーリング調査、および東方の急崖地域で分布が確認される。中位面とは 3m~4m 程度の段差があるが、南西側に緩く傾斜し、傾斜に伴い、中位面との比高差も小さくなる。迫川付近より東側では、高位面は急崖をなして沖積低地と接している。

(高位面(人工改変))

高位面のうち、人工改変されてやや地形面の標高が低くなっている平坦面を区分した。これらも中位面とは 3m 程度の段差があるところが多い。

(託麻面)

妙見川より西側には、高位面よりやや低い標高に幅広い平坦面が分布する。この平坦面は託麻砂礫層から構成されており、Aso-4 およびその上位の Aso-4 (二次堆積物) を削り込む形で分布している。託麻砂礫層が分布することにより、妙見川の西側は東側とは異なる地質分布となっている。

(中位面)

益城町市街地の県道沿い両側に東西に広がる。東部の木山城跡、文化会館周辺では段丘地形の様相を呈する一方、西側地域は人工改変により階段状になっており全体としては段丘面の特徴は少なくなるが、低位面や沖積面に対しては5m以下の段差地形で臨んでいるところが多い。地質構成は、表層はかく乱されているが、その下にアカボク土と二次堆積層、火砕流堆積物が分布している。

(低位面)

木山神社周辺で段丘崖(段差5m以下)が確認され、河岸段丘として区別できる。ただし、西側の地域はごく一部をのぞき、沖積低地面に緩くせん滅していくような緩斜面地形を呈する。また人工改変による小段差も多くなっている。地質構成は明瞭でないが、玉石を伴う厚み2m程度の砂礫層が一部確認される。沖積低地との境界付近は浅層地下水の湧水箇所が多く見られる。なお、鉄砂川の西側の旧河道跡より西側の中州状の面についても低位面としたが、これは自然堤防の可能性もある。

(沖積低地)

木山川、秋津川の流域に平坦な低地を形成しているが、東側の地域での今回の調査では、比較的浅いところに火砕流堆積物が確認されている。この地域では、地下水の自噴が見受けられる。

鉄砂川の西側では、旧河道という形で沖積層が高位面と低位面(中州状の高まり)の間に入り込む形で分布する。

(谷底低地)

台地面を流れる上流域では底浅の谷が見られる。これらは旧版地形図でも確認できるので、人工的な改変はそれほど受けてないとみられる。これらの谷の下流の中位面を流れるところでは、深い谷地形となるのが特徴的である。

(崖下緩斜面：人工改変)

迫川より東側の回廊状の地帯とさらに東の急崖の下には崖錐斜面を人工的に改変したとみられる緩斜面が続き、一部段丘のようなところもあるが連続性に乏しいので基本的に人工改変地とした。盛土材としてAso-4火砕流堆積物の崖錐等を使用しているとみられる。

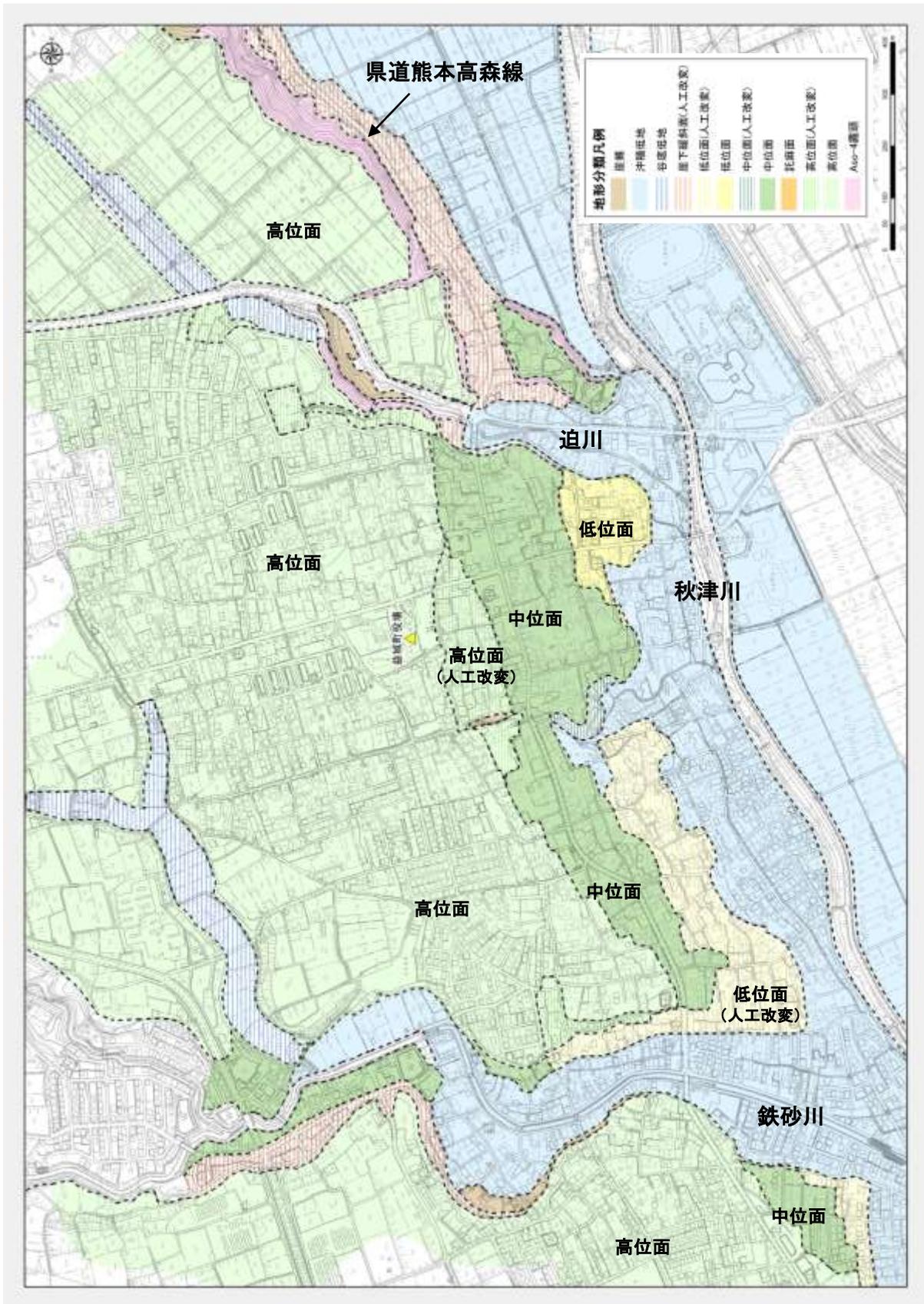


図 2-4(1) 益城町周辺の地形区分図（鉄砂川の東側）

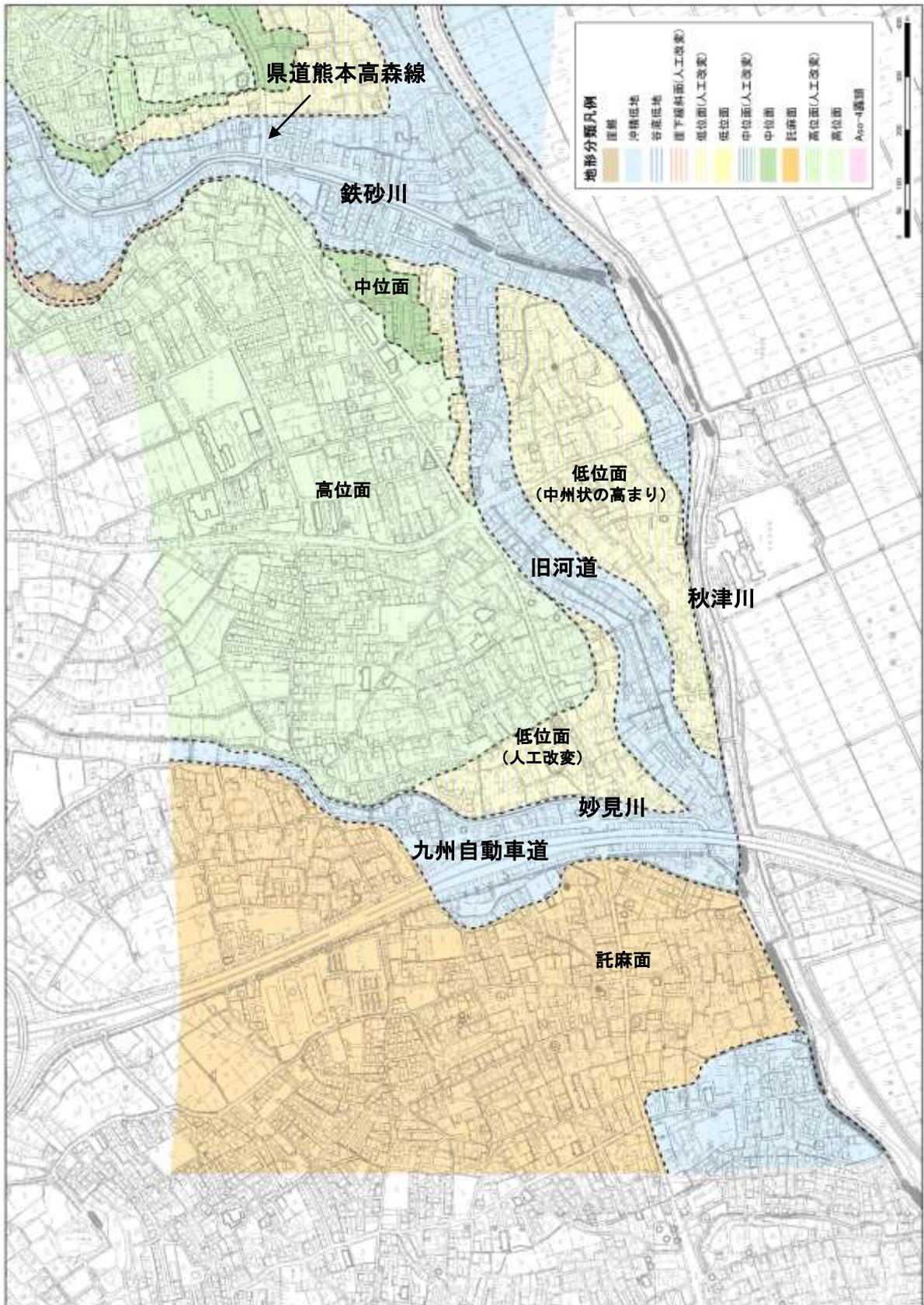


図 2-4 (2) 益城町周辺の地形区分図 (鉄砂川の西側)