

令和 3 年 度

国東サテライト センター地質調査業務委託

(国東市国東町東堅来)

報 告 書

令和 4 年 3 月

宇佐・高田・国東広域事務組合

九州特殊土木株式会社



(国土地理院ホームページ)¹⁾

まえがき

本報告書は宇佐・高田・国東広域事務組合の御委託により、九州特殊土木株式会社が実施した「令和3年度 国東サテライト センター地質調査業務委託」の結果をとりまとめたものであります。

調査は、中継施設の整備事業に伴い設計・施工に必要な基礎資料を得ることを目的としています。

この程、調査結果がまとまりましたので御報告致します。

尚、調査に際し御指導・御配慮を賜った各関係の方々へ感謝の意を表します。

令和4年3月

九州特殊土木株式会社

目 次

調査地案内図

まえがき

第1章 調査概要	1-1
第2章 調査方法	2-1
2-1. 調査地点・基準点	1
2-2. 調査ボーリング	4
2-3. 標準貫入試験	5
2-4. 孔内水平載荷試験	6
2-5. 室内土質試験	9
第3章 地形・地質概要	3-1
3-1. 地形概要	1
3-2. 地質概要	4
第4章 調査結果	4-1
4-1. 調査ボーリング	1
4-2. 標準貫入試験	7
4-3. 孔内水平載荷試験	9
4-4. 室内土質試験	10
第5章 まとめ	5-1
5-1. 地質状況について	1
5-2. 地盤定数の提案	4
5-3. 基礎地盤の検討	10
5-4. 液状化の検討	12

卷 末 資 料

平面図	1 葉
ボーリング柱状図	2 葉
コア写真	1 式
地質想定断面図	3 葉
孔内水平載荷試験結果	1 式
室内土質試験結果	1 式
調査記録写真	1 式

第1章 調査概要

1. 調査名 令和3年度 国東サテライト センター地質調査業務委託
2. 調査場所 国東市国東町東堅来
3. 調査目的 本調査は、中継地整備事業に伴い予定地の地盤状況を把握することを目的とし、調査ボーリング・標準貫入試験・孔内水平載荷試験及び室内土質試験を実施している
4. 調査内容

調査ボーリング	28m
標準貫入試験	28 回
孔内水平載荷試験	2 回
室内土質試験	4 試料
機材運搬	2 日
準備及び跡片づけ	1 業務
調査孔閉塞	2 箇所
足場仮設	1 箇所(平坦地 0.3m 超)
	1 箇所(傾斜地 30～45°)
給水費	2 箇所
搬入路伐採	10m
資料整理とりまとめ	1 業務
断面図等の作成	1 業務
打合せ協議	1 業務
5. 調査期間 令和3年11月27日 ～ 令和4年3月11日
6. 発注者 宇佐・高田・国東広域事務組合 施設整備課
〒879-0454 大分県宇佐市大字法鏡寺 224 番地
TEL 0978-33-2568 FAX 0978-33-2377
7. 調査施工 九州特殊土木株式会社
〒879-0617 大分県豊後高田市高田 2878
TEL 0978-24-1133 FAX 0978-24-1479
管理技術者 石原 智之
照査技術者 下田 正彦

表 1-1. 調査数量表

			No.1	No.2	計
調査 ボー リング	オール コア	粘性土・シルト	3.8	3.85	7.65
		砂・砂質土	3.8	3.7	7.5
		礫混り 土砂	1.9	3.3	5.2
		軟岩	5.5	2.15	7.65
	計		15.0	13.0	28.0m
	ノン コア	粘性土・シルト	2.7	1.8	4.5
		砂・砂質土	2.8	3.7	6.5
	計		5.5	5.5	11.0m
標準 貫入 試験	粘性土・シルト		4	4	8
	砂・砂質土		3	3	6
	礫混じり 土砂		2	3	5
	軟岩		6	3	9
	計		15	13	28 回
孔内水平載荷試験			1	1	2 回
室内土質試験			2	2	4 試料
運搬	資機材		2		2 日
準備	準備及び跡片付け		1		1 業務
	調査孔閉塞		1	1	2 箇所
	給水運搬		1	1	2 箇所
	搬入路伐採		10		10m
仮設	足場仮設		平坦地 0.3m 超	傾斜地 30～45°	2 箇所

表 1-2. 主要機器材一覧表

機器材名	形式規格	数量
ボーリ ング機械	YBM-05	1 台
試錐ポンプ	GP-3	1 台
エンジン	NFAD-8	1 台
ボーリ ングロッド	$\phi 40.5\text{m/m}$ (L=1,2,3m)	1 式
コアチューブ	$\phi 66\text{mm}$ (シングル・ダブル)	1 式
ケーシング	$\phi 86\text{mm}$ (L=1m)	1 式
標準貫入試験器	JIS A 1219	1 式
孔内水平載荷試験装置	応用地質 LLT	1 式
足場単管パイプ	L=1,2,3m	1 式

第2章 調査方法

本調査業務の履行に当たっては、仕様書・契約書による他、調査職員の指示のもと行い、地質調査は「地盤調査の方法と解説」²⁾・「地盤材料試験の方法と解説」³⁾に準じて施工している。

2-1.調査地点・基準点

調査地点は、調査位置図に示す2箇所を選定した。

尚、基準点としては測点 No.4+8・ No.5 及び KBM.1 を使用した。

表 2-1-1.調査地点一覧表

調査地点・基準点		標高(m)	座標	
			X	Y
計画地	B,No.1	71.83	68,856.610	63,712.228
	B,No.2	70.35	68,851.065	63,730.616
No.4+8		—	68,854.851	63,719.457
No.5		—	68,851.343	63,730.932
KBM.1		75.138	—	—



写真 2-1-1.B,No.1 孔付近



写真 2-1-2.B, No.2 孔付近



写真 2-1-3.KBM.1



写真 2-1-4.KBM(K-1 近景)

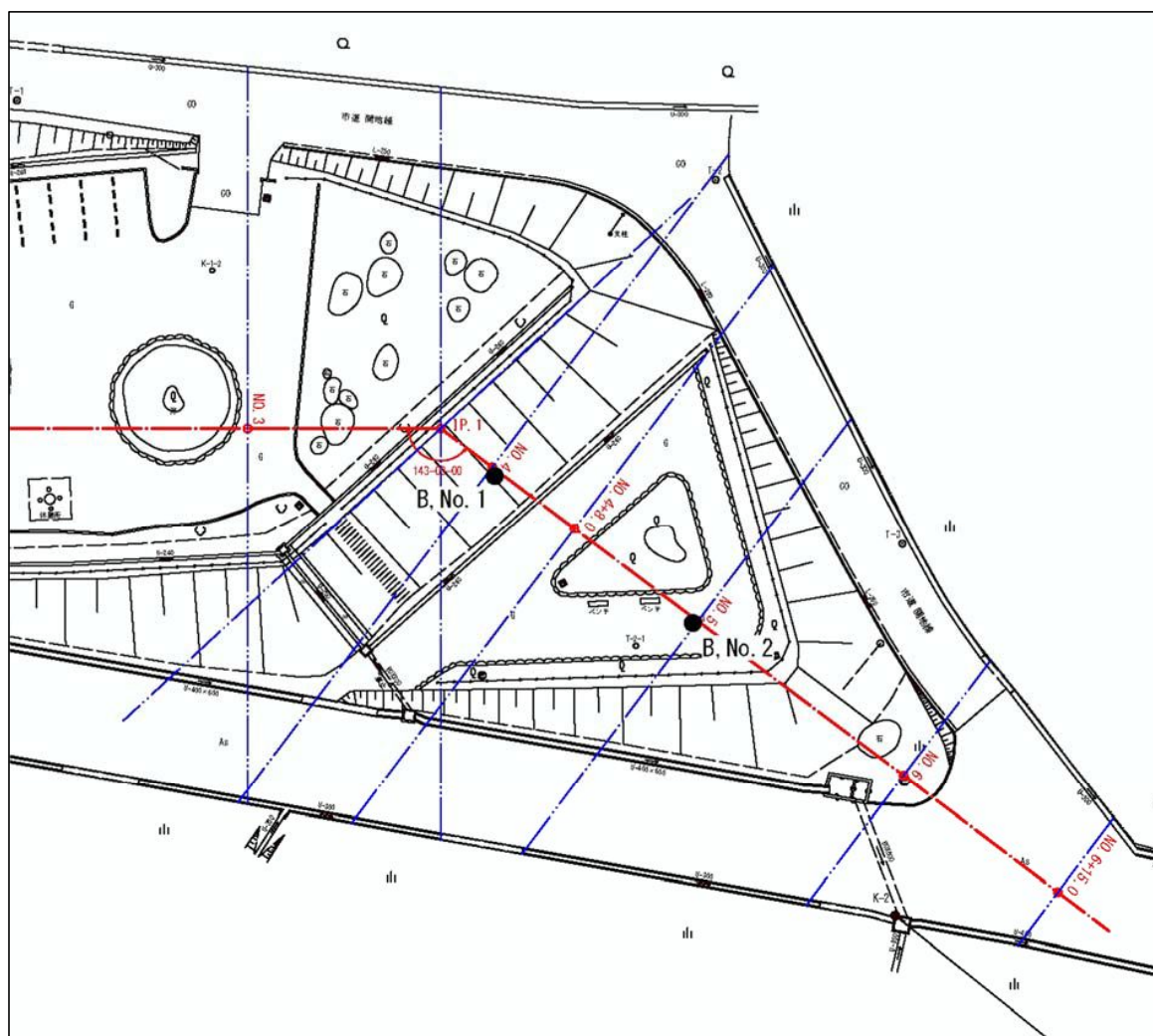


图 2-1-1.平面图

2-2. 調査ボーリング

本調査は、計画箇所の土質及び岩盤性状を把握することを目的として実施した。

調査ボーリングは、ロータリー式油圧型ボーリングマシンを使用し、径 66mm メタルクラウンシングルコアチューブ、ダイヤビットダブルコアチューブを使用した。

尚、孔壁は径 83mm ケーシングパイプ及び泥水を用い保護した。

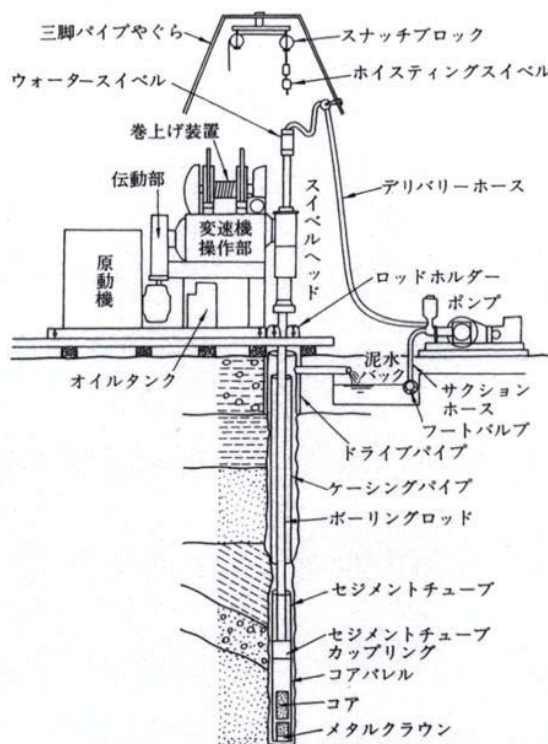


図 2-2-1. ボーリング装置全体図²⁾

2-3.標準貫入試験(JIS A 1219)

試験方法は、下図に示す標準貫入試験用サンプラーをボーリングロッドの先端に取り付け、所定の深度の孔底に降ろした後に、ロッド上端に取付けたノッキングブロックをドライブハンマーにより打撃し、ロッドを介して先端の試験器が地中に 30cm 貫入するのに要する打撃回数を N 値とするものである。

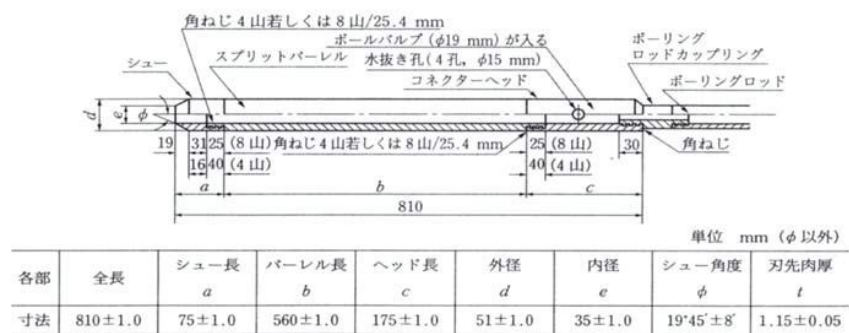


図 2-3-1.標準貫入試験用サンプラー²⁾

尚、標準貫入試験は試験地盤上部が乱れていることを考慮し、始めに落下高を小さくして 15cm の予備打ちを行い、次に 30cm の本打ちを実施する。この 30cm 累計回数を N 値と呼ぶ。

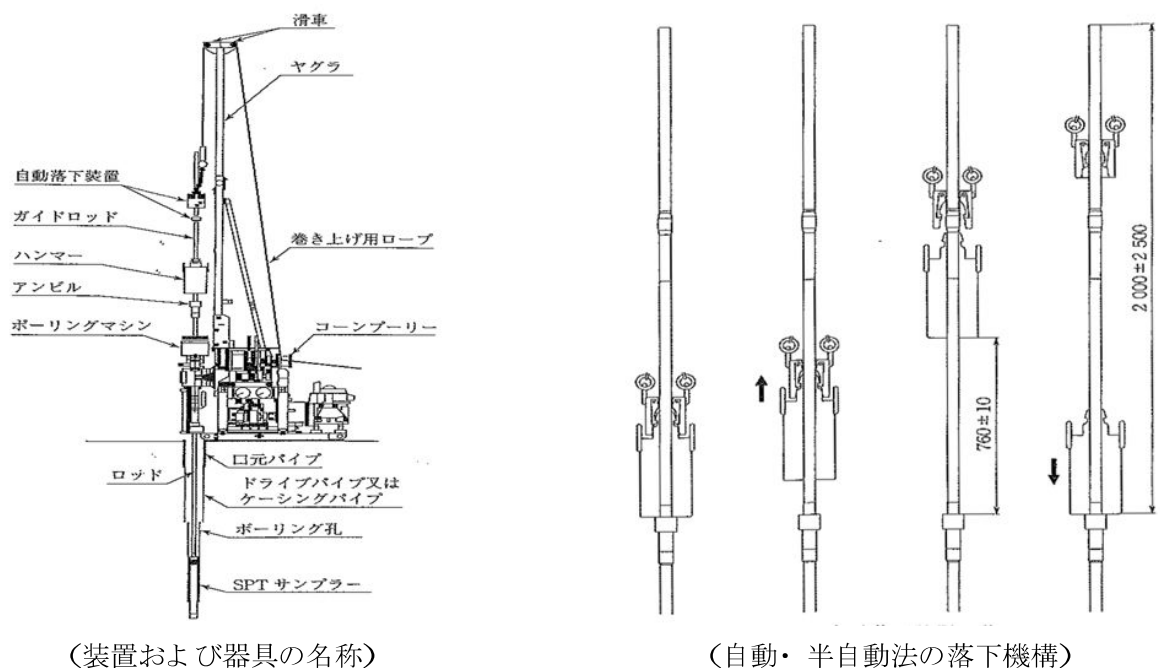


図 2-3-2.標準貫入試験装置²⁾

2-4. 孔内載荷試験

孔内載荷試験は、「JGS 1531-2012」により実施した。

試験は地盤の変形特性を把握することを目的とし、凝灰質粘土(c-Tf層)において普通載荷(LLT)で実施した。

試験方法は、ボーリング孔内にゾンデ(ゴムチューブからなる測定管)をセットした後に、圧力水をゾンデに送水し、加圧膨張させた時の圧力とゾンデの膨張量の関係から、地盤の変形特性と強度特性を求めるものである。

尚、孔内水平載荷試験(LLTの試験中、ゾンデの膨張ならびに地盤の挙動は次項の過程をたどる。

- ①ゴムチューブ自身の自由膨張過程で、孔壁には接しておらず地盤への応力伝達はない。
- ②ゴムチューブが孔壁に接する点。
- ③押し出された孔壁を、主動土圧に抗して押し戻す孔壁の再圧縮過程で、地盤反力は徐々に増大し、変形速度 $\angle H$ は減少する。
- ④初期に孔壁に達し、地盤の静止土圧と均衡を保つ点で、この時の圧力を見掛け上の静止土圧 P_0 とみなすことが出来る。

この状態で地盤反力は急激に増大する変曲線をなし、変形速度は最小値を示す。

- ⑤受動土圧が地盤内に生ずる載荷過程の初期直線段階で、いわば地盤の擬似弾性変形領域である、 $P_e \sim r$ 曲線はほぼ直線をなし、変形速度もほぼ一定値を示す。
- ⑥地盤の降伏点で $P_e \sim r$ 曲線は、直線区間を外れて右に湾曲し、変形速度 $P_e \sim \angle H$ 曲線は明確な折点を示す。
- ⑦地盤の流動、変形が徐々に増大進行し、破壊に至る過程。
- ⑧地盤の破壊点。

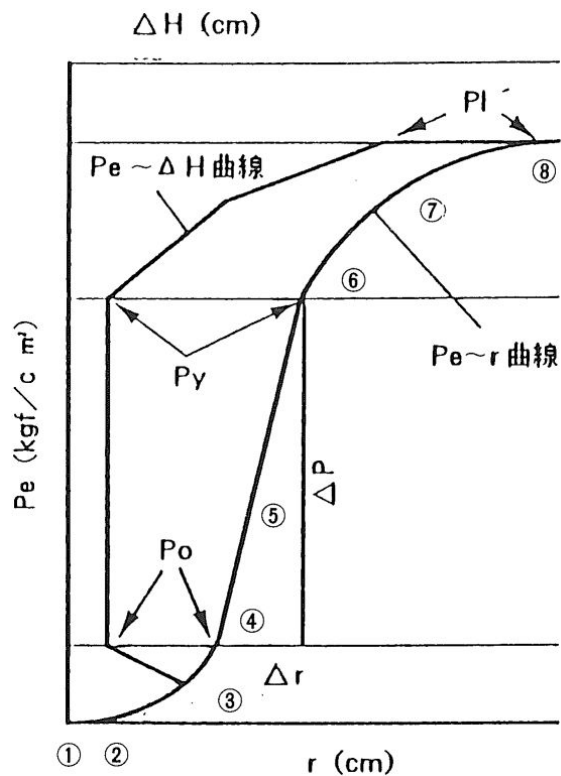


図 2-4-1. 試験結果模式図

○静止土圧 P_0 、降伏点 P_γ 、破壊圧 P_e の決定

$P_e \sim \Delta H$ 曲線の折点と $P_e \sim r$ 曲線の形状とあわせて決定され、これらの折点折点としてグラフから読み取られる圧力 (P_0 、 P_γ' 、 P_l') から求める。

○ K_m 値 (地盤係数) の算出

K_m 値は単位変位量に対する荷重強度であり、図 2-6 における $P_e \sim r$ 曲線 (⑤) の変形過程 (直線区間) の勾配として定める。

$$K_m = \Delta P / \Delta r \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

○ E_m 値 (変形係数) の算出

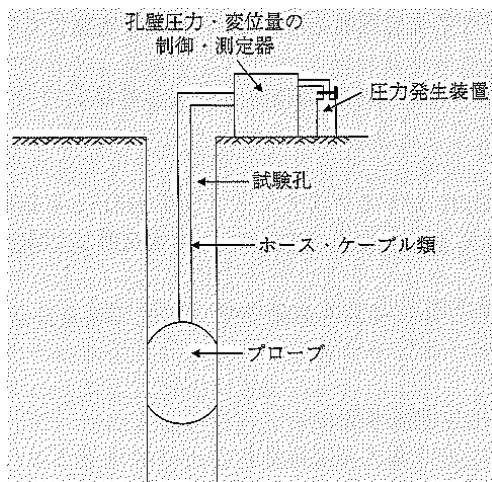
E_m 値は地盤の変形係数であり、測定時の土の挙動を 2 次元の変形問題とした場合、応力が弾性領域内にあり、半径方向の面に関して平面歪の条件が満たされていると仮定すれば、次表で示される。

$$E_m = (1 + \nu) r_m \times K_m \quad (\text{kN/m}^2)$$

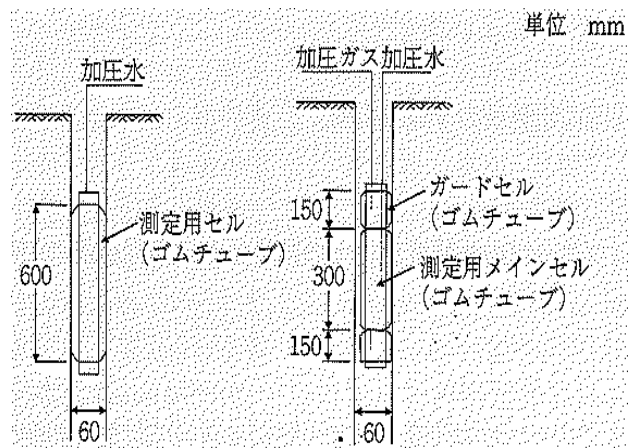
ここで ν : ポアソン比 (一般には 0.3)

K_m : 地盤定数

r_m : K_m 値算出区間の中間半径



(試験装置の基本構成図)



(プローブの例)

図 2-4-2. 孔内水平載荷試験の例²⁾

2-5.室内土質試験

土質試験は、地盤特性(物理的)を把握する目的で次項の試験を実施した。

尚、各試験は「地盤材料試験の方法と解説」³⁾に準じて行った。

○ 物 理 試 験

* 土 粒 子 の 密 度 ・ ・ ・ JIS A 1202

* 土 の 含 水 比 ・ ・ ・ JIS A 1203

* 土 の 粒 度 ・ ・ ・ JIS A 1204

* 土 の 液 性 限 界 ・ ・ ・ JIS A 1205

* 土 の 塑 性 限 界 ・ ・ ・ JIS A 1205

○物理試験

* 土粒子の密度

土粒子の密度とは、土の固体部分(土粒子と有機物)の単位体積当たりの平均質量であり、土を構成する土粒子群の平均的な値を意味する。試験内容は、土粒子の質量と体積を求めることが主な作業である。土粒子の密度は、土を構成する鉱物組成によって異なるので、地域的に分布する鉱物の母材の違いが現れる。

* 土の含水比

土の含水比は、土塊を構成している土粒子・水・空気の三要素のうち、水と土粒子の質量比を百分率で表したものである。試験内容は、炉乾燥前の質量と110℃の炉乾燥に残留する炉乾燥質量を求めるのが主な作業である。含水比は、自然状態の土と再調整した土によってそれぞれ表す意味が異なり、前者は土の圧縮性や強度特性等と関係し、後者は液性限界や塑性限界等の値として利用される。

* 土の粒度

土の粒度は、土を構成する土粒子径の分布状態を全質量に対する百分率で表したものをいう。試験は対象粒径の範囲が広いと、粒径 $75\mu\text{m}$ 以上はふるい分析、それ未満は沈降分析を用いる。土の粒度試験の結果は、土の分類に用いられ、これより土の工学的性質の基礎的判断が行われる。

* 液性限界試験・塑性限界試験

細粒土は、含水比の多少に応じて液体から固体まで状態変化し、その量によって軟らかい・中くらい・硬い・脆い等の状態になる。このような状態変化や、変形のしやすさを総称してコンシステンシーという。コンシステンシーの変化による変移点を含水比で表し、それぞれ液性限界・塑性限界・収縮限界とし、総称してコンシステンシー限界という。細粒土では、粒度組成よりもコンシステンシー限界が土の工学的性質と密接に関係する。これらの諸指数は、土の物理的性質や力学的性質の推定にも利用されている。

第3章 地形・地質概要

3-1. 地形概要

調査地は、国東半島東側で国東市役所の北西方 $\approx$ 7.5km 付近に位置する国東市国東町東堅来地内である。

国東半島は、中央部にそびえる両子山を中心とし、放射状に発達した尾根部と河川の開析により形成され、谷部を数多く有する特徴を示している。

半島全体の地形を大きく見ると、緩やかな同心円状の等高線をもって中心が高まり、その中心部に両子山(標高 721m)・文殊山(標高 641m)などのドーム状の火山体が形成されている。

この緩やかな尾根は、四方に延びて末端に近づくとその上面の平坦部は広くなり、果樹園や農耕地となる。

また、周辺に向かって延びる谷部の密度は小さく、谷沿いには地形を利用したため池が多く分布する。

調査地のある国東市国東町～国見町付近の地形は、大半を山地が占め海沿いや河川に沿って平野が分布する。

山地や丘陵地は、両子火山より派出した尾根が放射状に広がったものであり、谷および河川もこの方向に放射状をなして延びている。

半島北部においては、この山地や丘陵地が海岸まで延び、海岸部では急崖を形成する特徴的な地形を示している。

平野は海沿いに分布する河成および海成平野と川沿いに分布する谷底平野や扇状地に区分されるが、両者の境界は明瞭でなく漸移的である。

尚、河川沿いには平坦面も見られるが、範囲は限定的である。



写真 3-1-1.航空写真(S50)¹⁾

今回の調査箇所は、両子山から延びる尾根上に位置しており、山地及び丘陵地が海岸までせり出し急崖を形成している。

この尾根の縁辺部や内部の沢沿いでは、急崖が見られ全体に急峻な地形を形成しているが、尾根上は比較的平坦な地形を呈する。

また、調査地に隣接して流れる堅来川等の河川流域では、平坦な地形を呈する谷底平野が下流へかけてやや広範囲に発達し、主に宅地や耕作地として利用されている。