



堆積層のN値はどのくらいなのでしょう？



土質状況や形成年代等で大きく異なるため、一概には言えませんが、沖積層は10以下、洪積層は30以上を示す場合が多いです。また、土石流堆積物などではN値10~20程度以下になる場合が多いですが、深度ごと、基盤地質ごとに傾向が変わることに留意が必要です。

(1) N値と地盤の関係

N値は質量63.5kgのハンマーを760mmの高さから落下させ、300mm貫入するのに要した打撃回数のことです。すなわち、地盤の締め具合を測定した値のことといえます。

粗粒土では、締め具合を示す指標として、N値と相対密度の関係が報告されています(図-1、表-1)。

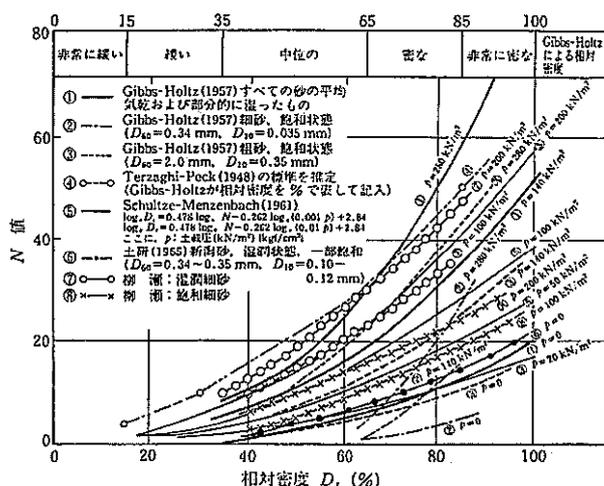


図-1 N値・有効上載圧と砂の相対密度の関係¹⁾

表-1 N値と砂の相対密度の関係¹⁾

N値	相対密度 _r (Terzaghi・Peck)	現場判別法
0~4	非常に緩い (very loose)	鉄筋が容易に手で貫入
4~10	緩い (loose)	ショベル (スコップ) で掘削可能
10~30	中位の (medium)	鉄筋を5ポンドハンマで打込み容易
30~50	密な (dense)	同上, 30 cm 程度貫入
>50	非常に密な (very dense)	同上, 5~6 cm 貫入, 掘削につるはし必要, 打込み時金属音

注) 鉄筋はφ13 mm

一方、細粒土では、硬軟を示す指標として、N値とコンシステンシーや一軸圧縮強さの関係が報告されています(図-2、表-2)。

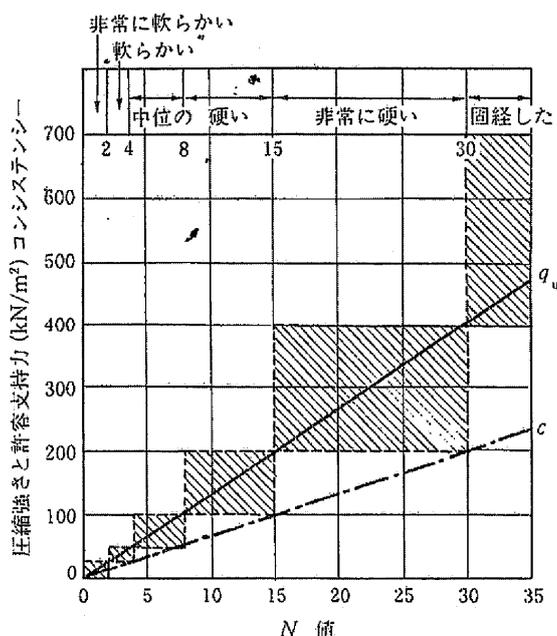


図-2 N値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さとの関係¹⁾

表-2 N値と粘土のコンシステンシー、一軸圧縮強さとの関係¹⁾

N 値	q_u (kN/m ²)	コンシステンシー
0～2	0.0～24.5	非常に柔らかい
2～4	24.5～49.1	柔らかい
4～8	49.1～98.1	中位の
8～15	98.1～196.2	硬い
15～30	196.2～392.4	非常に硬い
30～	392.4～	固結した

以上より、地盤の締まり具合や硬軟とN値には関係があります。しかしながら、地盤は不均質性であることから、図-3に示す通り、同じ地盤でもN値にバラつきがあり、地盤に対するN値の評価は地質技術者による判断が必要となります。

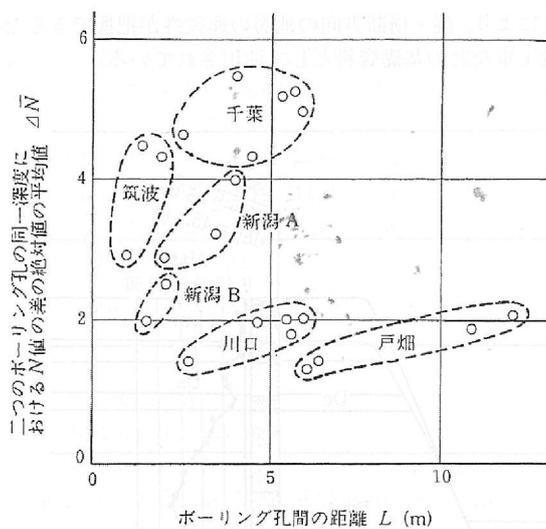


図-3 地盤の不均質性によるN値のバラつき¹⁾

(2) 沖積層と洪積層のN値の違い

前述した通り、地盤の締まり具合や硬軟とN値には関係があります。堆積層が形成してから年数が経過すると、地盤の自重による圧縮・圧密で地盤の締まり具合が増しや強度が高くなるのが考えられます。すなわち、古い年代の堆積層ではN値が高くなるのが考えられます。また、堆積層内でも深い位置では自重が大きいため、深いほどN値が高くなる傾向があります。

図-4 に示したグラフは、粘性土地盤の一軸圧縮強さとN値の関係を示していますが、沖積層の粘性土層より洪積層の粘性土層が高い値を示していることが分かります。

同様に図-5 に示したグラフは、地盤のS波伝播速度とN値の関係を示していますが、粘土層・砂礫層のいずれにおいても沖積層よりも洪積層が高い値を示していることが分かります。

よって、年代の古い洪積層の方が沖積層よりN値が高い傾向*があります。

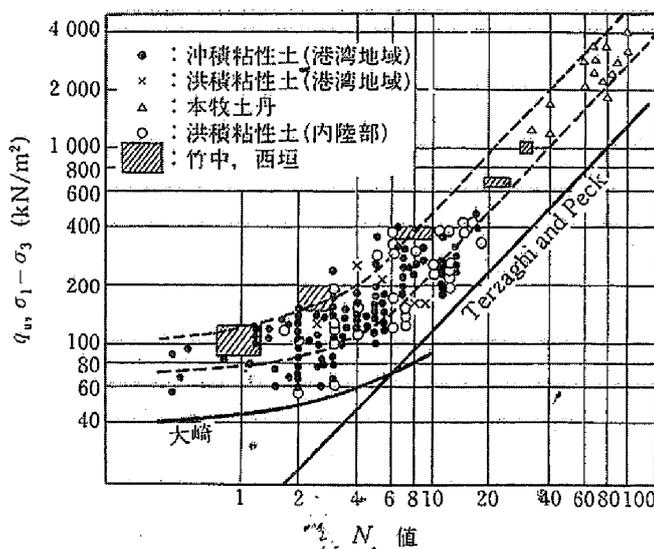


図-4 粘性土地盤における一軸圧縮強さとN値の関係¹⁾ 筆

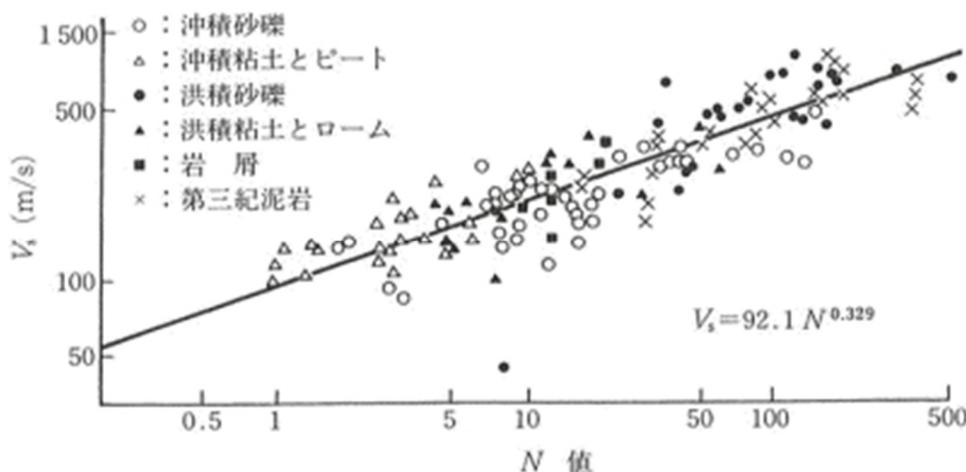


図-5 未固結層および軟弱地盤におけるS波伝播速度とN値の関係²⁾ 筆

*「土-8 沖積層と洪積層」でも整理していますので、そちらもご参照ください。

(3) N値を用いた被覆層評価の一例³⁾

広島県内におけるN値を用いた被覆層評価について、一例をご紹介します。

広島県では、過去から土石流等による人的被害が生じているため、砂防堰堤等による砂防事業が積極的に進められ、あわせて地質調査が実施されています。そこで、過去から実施してきた砂防堰堤設計に関する地質調査結果を用いて、溪流に分布する被覆層のN値の推定に関する考察を行いました。

検討方法としては、広島県内における砂防堰堤計画位置で実施した地質調査過去5年分（平成26年～平成30年）の標準貫入試験結果を被覆層毎や基盤地質毎に分けて整理しました。なお、N値の整理においては、礫や玉石による影響を考慮した補正N値（=貫入量10cmの打撃回数の最小値×3倍）を用いています。なお、被覆層は下記の3区分としています。

【被覆層3区分】

- ①崖錐堆積物 : 斜面崩壊等により、斜面裾部に分布する堆積物。
- ②新期土石流堆積物 : 平成26年および平成30年の豪雨により溪流へ堆積した土石流堆積物。
- ③古期土石流堆積物 : 新期土石流堆積物よりも過去に溪流へ堆積した土石流堆積物。

①基本データ

各被覆層の基本データとして、得られた補正N値から平均値や標準偏差等を整理しました（表-3・図-6）。崖錐堆積物や新期土石流堆積物では、補正N値10以下のデータ数が最も多い結果となっています。一方、古期土石流堆積物は、10以下、11～20、21～30のデータ数がほぼ同程度でした。平均値および標準偏差については、新期土石流堆積物が最も低く、続いて、崖錐堆積物、古期土石流堆積物となりました。なお、新期土石流堆積物では、玉石による補正N値50以上の試験結果が非常に多く、31～40、41～50のデータは認められませんでした。

表-3 補正N値のデータ分布と平均

全データ	補正N値（データ数【点】）						試験数※ 【点】	N値50以上の 試験数 【点】	
	1～10	11～20	21～30	31～40	41～50	平均※			標準偏差※
崖錐堆積物	73	28	13	8	5	12.83	11.11	127	15
新期土石流堆積物	35	11	8	0	0	10.36	6.56	54	62
古期土石流堆積物	53	53	59	26	7	19.33	17.89	198	2
合計	161	92	80	34	12	-	-	379	79

※補正N値50より大きい値は、除外した。

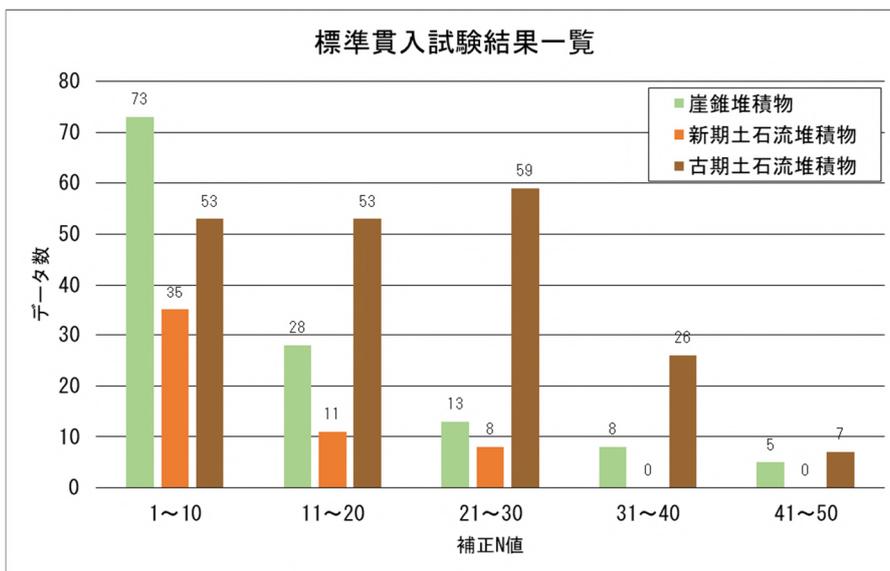


図-6 標準貫入試験結果一覧 (被覆層毎に整理)

②深度別整理

各被覆層の補正N値を深度別に整理しました(図-7)。地表から同程度の深さであっても、補正N値にバラつきが認められますが、いずれの被覆層も深いほど、補正N値が高い傾向が認められます。また、新期土石流堆積物は、補正N値 31 以上は認められませんでした。一方、崖錐堆積物や古期土石流堆積物は、補正N値 31 以上も認められ、概ね高い傾向が認められます。

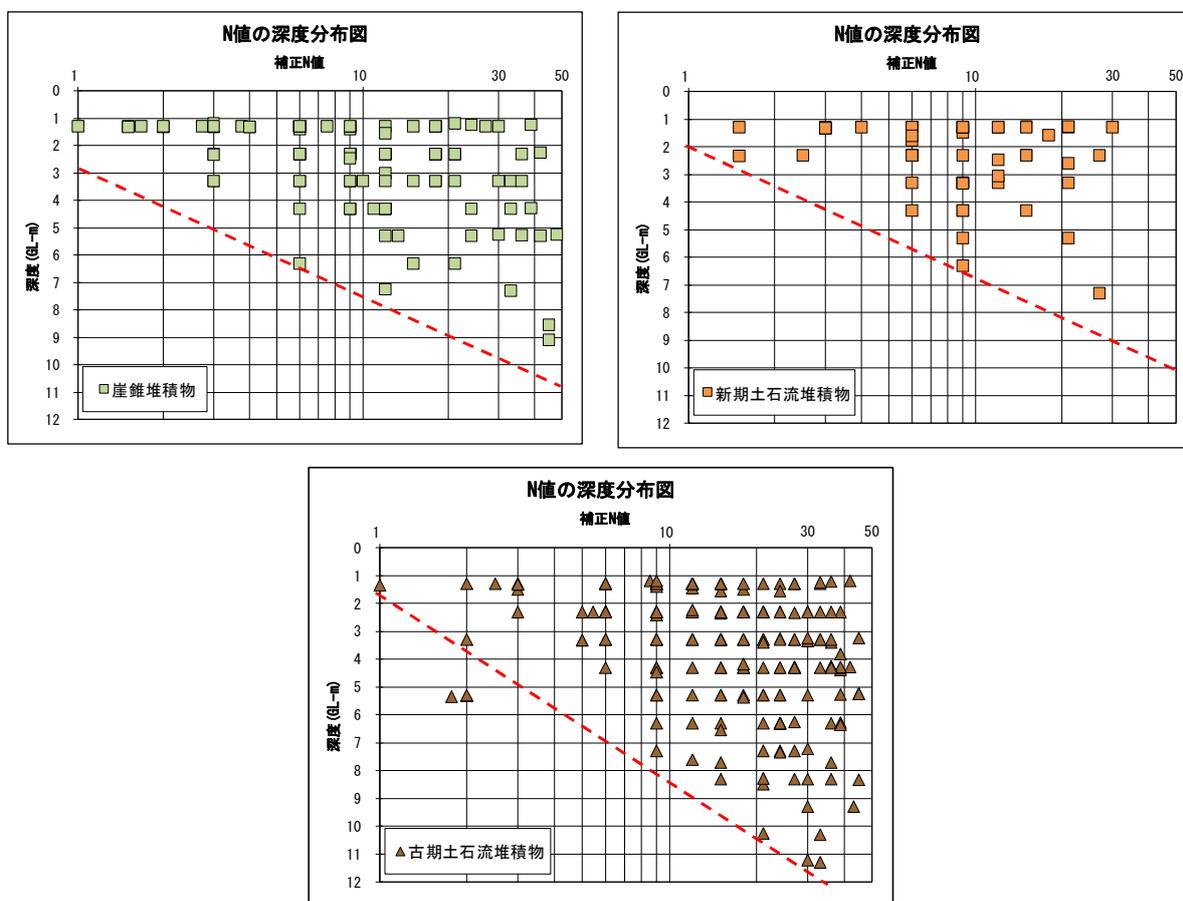


図-7 深度別標準貫入試験結果 (被覆層毎)

③基盤地質別整理

各被覆層の補正N値を基盤地質毎に整理しました（図-8）。

花崗岩分布域では、いずれの被覆層も同程度の深度であってもバラつきが大きい結果でしたが、深度 5m 以深の崖錐堆積物および古期土石流堆積物の補正N値が概ね 10 より大きくなっています。なお、新期土石流堆積物は試験深度が 4m までで、4m 以深の試験は認められませんでした。

泥岩分布域では、花崗岩分布域同様、バラつきが大きいですが、古期土石流堆積物では補正N値 11 以上に多く、10 以下が少ない傾向が認められます。

花崗岩分布域と泥岩分布域を比較すると、泥岩の被覆層では補正N値 4 以下の試験データが少ないのに対し、花崗岩分布域では複数認められます。また、新期土石流堆積物においては、泥岩では最大で深度 7m の試験データがあり、花崗岩分布域よりも層厚が厚いことが想定されます。

その他、流紋岩分布域や安山岩分布域でも整理を行ったが、試験数が少なく、考察には不十分でした。ただし、花崗岩分布域や泥岩分布域の試験結果と同様に傾向があると推定されます。

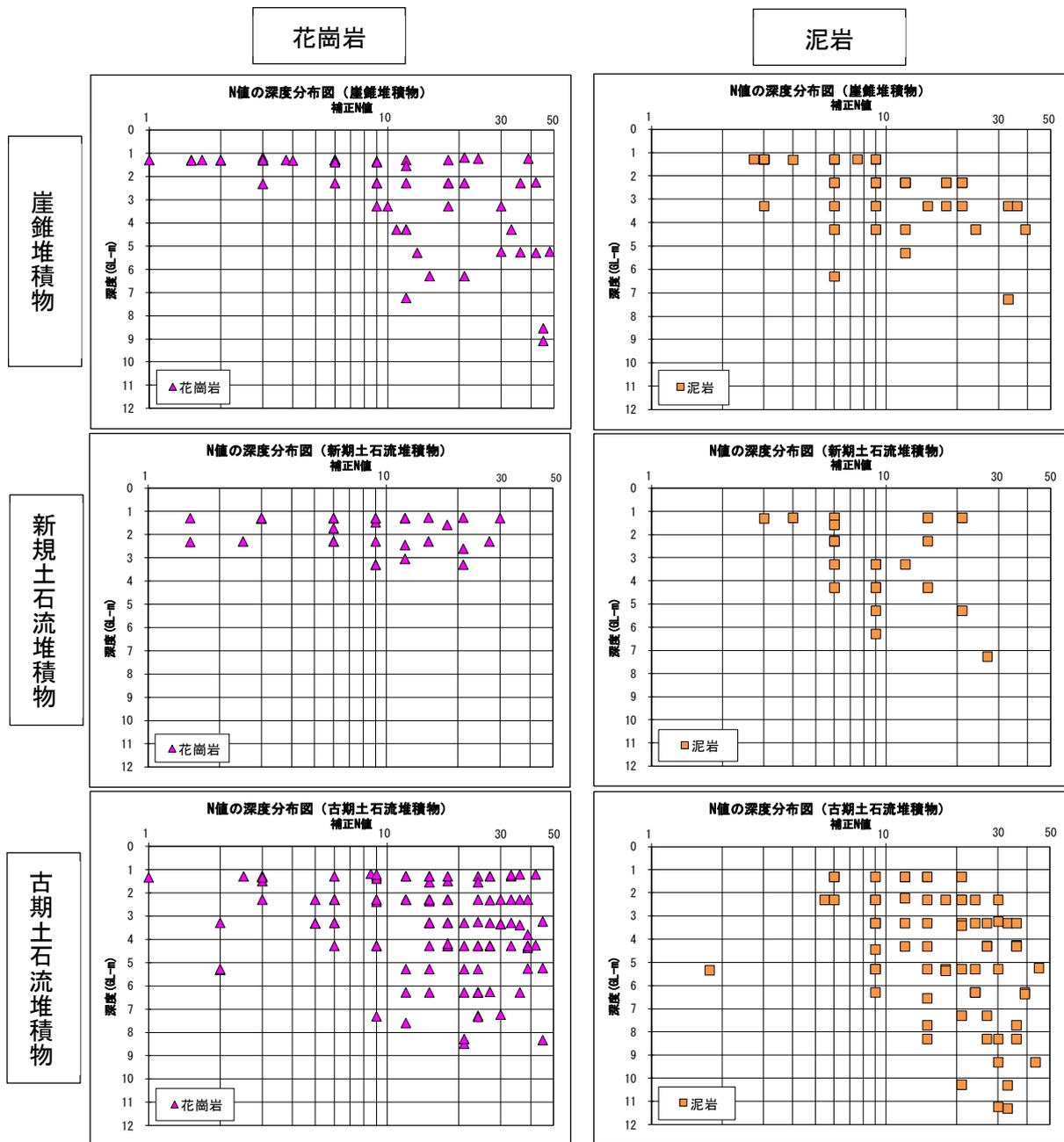


図-8 標準貫入試験結果（基盤地質毎に整理）

④ N値に対する考察

補正N値を用いた整理結果（図-6 参照）から、崖錐堆積物や新期土石流堆積物では補正N値 10 以下、古期土石流堆積物では補正N値 30 以下を示す傾向にあります。

この傾向を詳細に把握するために補正N値のデータ分布を深度 5m 以浅と以深で分けて整理しました（図-9）。補正N値 10 以下が多い崖錐堆積物や新期土石流堆積物において、深度 5m 以浅では、さらに顕著に補正N値 10 以下が多い結果となりました。一方で、深度 5m 以深では、試験データが少ないですが、バラつきが大きいといえます。

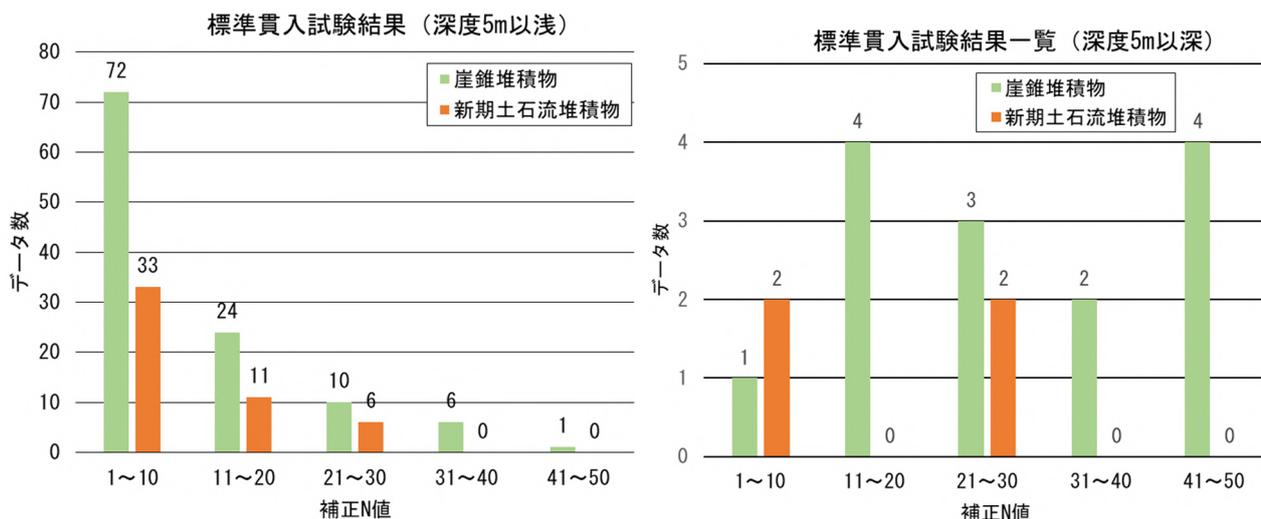


図-9 崖錐堆積物および新期土石流堆積物の標準貫入試験結果

続いて、古期土石流堆積物の深度別データ分布を整理しました（図-10）。その結果、深度 3m までは補正N値 10 以下が最も多く、深度 3~9m までは補正N値 21~30 が最も多い傾向にあります。なお、深度 9~18m は試験数が少ないですが、補正N値 20 以下の試験結果は認められず、21 以上を示しています。このことは、被覆層の成因や基盤地質に関係なく、深いほどN値が高くなっていることと一致します（図-7 参照）。そのため、古期土石流堆積物では、深度毎に異なる傾向が認められ、表層付近ではN値 10 以下が多い結果となりました。

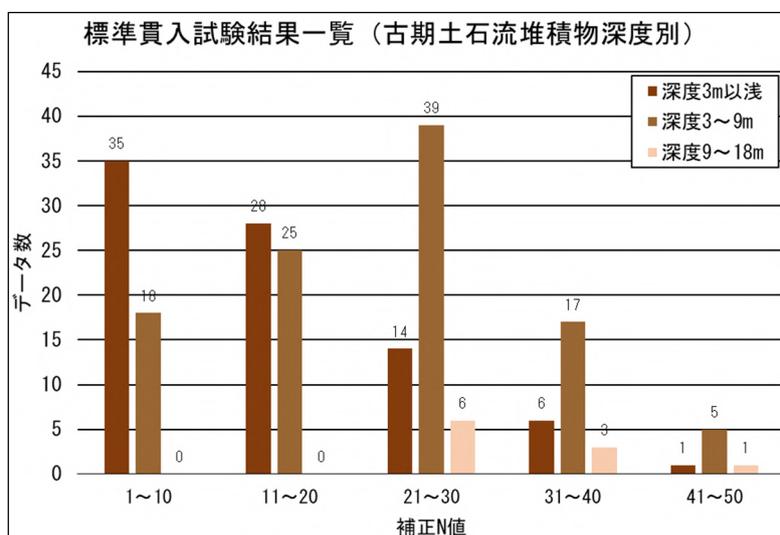


図-10 古期土石流堆積物の深度別の標準貫入試験結果

⑤被覆層のN値評価について

以上を整理しますと、崖錐堆積物および新期土石流堆積物で10程度以下、古期土石流堆積物で20程度以下のデータが多くなっています。したがって、被覆層では、N値が10～20程度以下であることが推定されます。しかし、深度毎に補正N値の傾向が異なっていること、基盤地質によっても傾向が異なる可能性があること等から、堆積層のN値評価については、各調査結果や技術者による評価が必要です。

【引用文献】

- 1) 公益財団法人 地盤工学会 (2013) : 地盤調査の方法と解説, pp. 279-313.
- 2) 公益財団法人 地盤工学会 (2001) : 地盤工学・実務シリーズ 14 地盤工学への物理探査技術の適用と事例, pp. 26.
- 3) 藤本潤・山口浩司 (2019) : 7. 広島県内の溪流におけるN値を用いた被覆層評価, 日本応用地質学会中国四国支部令和元年度研究発表会発表論文

(回答者 藤本 潤・山口 浩司)