

「ドイツ橋」および「ドイツ兵の慰霊碑」に 使用された撫養石石材の産地と経年風化

地質班（地学団体研究会）

西山 賢一^{1*} 石田 啓祐¹ 中尾 賢一² 辻野 泰之² 橋本 寿夫³

要旨：鳴門市域に分布する砂岩石材「撫養石」を用いて造られている「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」の風化程度を評価するとともに、大正～昭和初期に採掘が行われていた石切場を推定した。聞き取りの結果、石切場は鳴門市中山の丘陵斜面で行われていたことが判明した。「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」について、目視による点検ならびに非破壊計測である色彩測定を実施した。その結果、林内にある「ドイツ橋」の風化程度は軽微であるが、強い直達日射を受ける「ドイツ兵の慰霊碑」の南西端の石柱で、顕著な亀裂が形成されていることを確認した。劣化の進行に対する対策としては、石材への直達日射の軽減や、石材表面への散水・洗浄を低減することで乾湿繰り返しを低下させることなどが考え得る。

キーワード：撫養石、ドイツ橋、ドイツ兵慰霊碑、風化

1. はじめに

徳島県指定史跡「ドイツ兵の慰霊碑」は、鳴門市大麻町おおあさちょうにあり、第一次世界大戦の際、板東俘虜収容所に収容され、帰国前に亡くなったドイツ兵を慰霊する碑として建立された（鳴門市史編纂委員会編、1982）。俘虜のドイツ人の設計・施工による近代建築であり、1919年6月始めに着工し、8月31日に完成した（徳島県教育委員会編、2007）。ドイツ兵らはこのほか、隣接する鳴門市大麻の大麻比古神社境内に6つの木橋、4つの石橋を架け、総延長1.1kmの道の整備、石の堤防・傾斜路・石段を築いたことが明らかにされている（佐藤ほか、2015）。

鳴門市周辺では、江戸時代以降、阿讃山脈に広く分布する和泉層群の砂岩を用いた石材「撫養石」が広く使われてきており、大麻比古神社境内にある「ドイツ橋」、および鳴門市板東にある「ドイツ兵の慰霊碑」にも使われている。撫養石は、阿讃山脈を構成する和泉層群中に多く分布するとともに、比較的軟

質な砂岩石材であり、採取・加工が比較的容易であったことが、石材として広く利用されてきた理由のひとつと考えられる。このことは、逆に石材が風化に対する抵抗力が低く、経年的な風化による強度低下・割れなどの劣化が進行しやすいことを示す。「ドイツ兵の慰霊碑」については、石田（2010）によって、風化による石材の剥離被害が報告されている。「ドイツ橋」および「ドイツ兵の慰霊碑」の位置図を図1に示す。

本報告は、聞き取りによって、大正年間～昭和初期に掘削されていた撫養石の石切場を推定するとともに、撫養石の肉眼観察および非破壊計測の一つである色彩測定によって、「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」の風化程度を把握し、保存に向けた現状把握を試みたものである。

2. 撫養石の産地に関する聞き取り結果

撫養石が用いられている石造文化財の分布については、これまでの調査では必ずしも詳細な把握がな

1 徳島大学 2 徳島県立博物館 3 阿波市立市場中学校
* 770-8506 徳島市南常三島町2-1 nishiyama@tokushima-u.ac.jp

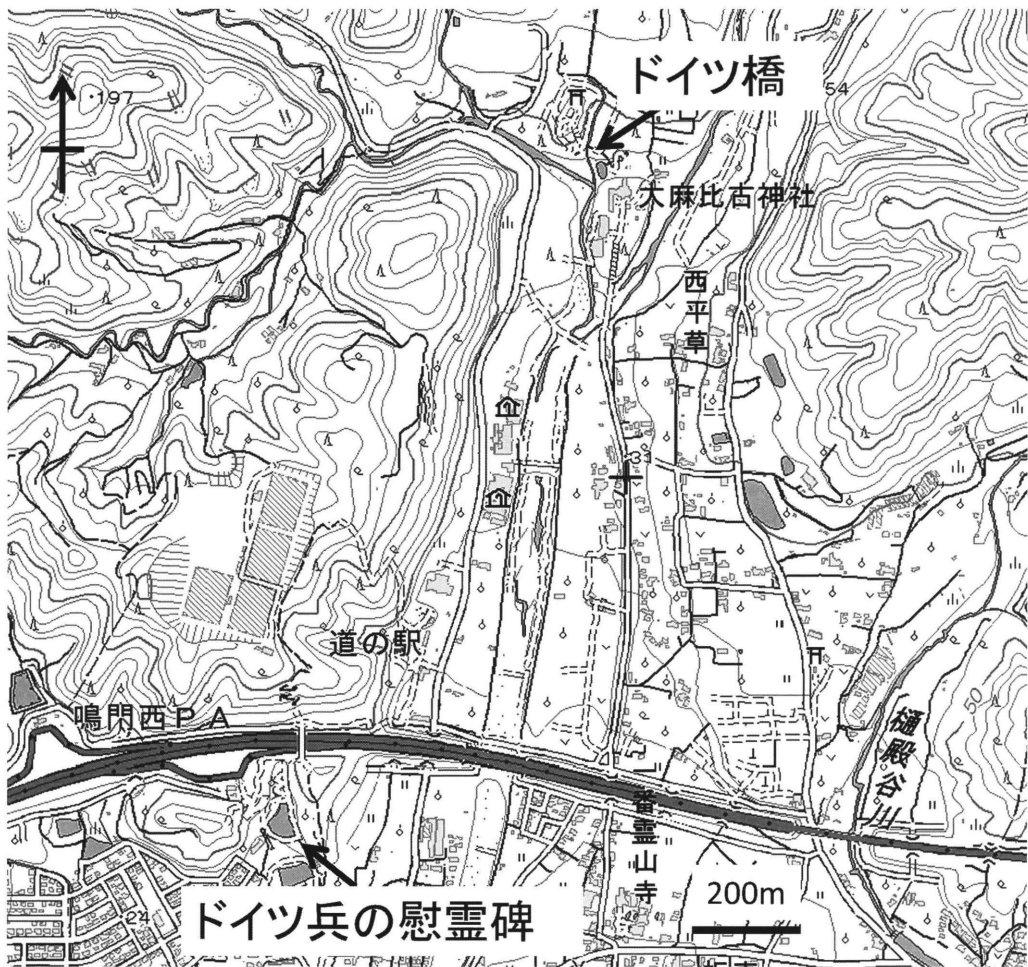


図1 ドイツ橋とドイツ兵の慰霊碑の位置

表1 撫養石製石造物の一覧

所在地	地名	石造物名	年号	西暦	岩質	風化程度	原材料
大麻比古神社	鳴門市大麻町	常夜灯	寛政六年	1794	砂岩	比較的新鮮	切り出し石材
大麻比古神社	鳴門市大麻町	ドイツ橋・めがね橋	大正六～九年	1917～1920	砂岩 (ごく一部に花崗岩)	比較的新鮮	河床礫+切り出し石材
ドイツ村公園	鳴門市大麻町	ドイツ兵の慰霊碑	大正六～九年	1917～1920	砂岩+花崗岩	南西の柱に開口亀裂	切り出し石材
丹生神社	鳴門市撫養町木津	狛犬	大正十三年	1924	砂岩	比較的新鮮	切り出し石材
丹生神社	鳴門市撫養町木津	常夜灯	昭和四年	1929	砂岩	一部に剥離	切り出し石材
丹生神社	鳴門市撫養町木津	改築記念碑	大正十一年	1922	花崗岩	比較的新鮮	切り出し石材
丹生神社	鳴門市撫養町木津	百度石	大正五年	1916	砂岩	比較的新鮮	切り出し石材

されていない。今回筆者らは、市内の数地点において、石造文化財が撫養石を用いているかどうか、石材の肉眼観察を行った。結果を表1に示す。大麻比古神社境内には、寛政六年（1794）の年号が刻まれた常夜灯が現存することから、撫養石は江戸時代から多用されてきたと考えられる。また、鳴門市撫養町木津の丹生神社には、「ドイツ橋」、「ドイツ兵の慰霊碑」の建立年代と重なる大正年間～昭和初期の

年号が刻まれた撫養石製の石造物が複数現存することを確認した。

撫養石の産地同定に関して、2015年7月に、松浦開発興業株式会社大麻砕石工場の後藤好博工場長、ならびに西條石材の西條小四郎様に聞き取り調査をさせていただいた結果、次のような経緯が判明した。すなわち、太平洋戦争前（大正年間～昭和初期？）、鳴門市の元市長である亀井氏の祖父（建設業）



図2 聞き取りによる撫養石採石跡地と丹生神社の位置

の代に、兵庫県の赤穂から共に移住した足立氏が、鳴門市中山（現在の鳴門市工業団地の奥）で撫養石の採掘と加工を始めた、とのことである。

図2に示すように、鳴門市中山の標高166mの丘陵の南麓には、1/25,000地形図に石切場跡地が描かれており、現地調査の結果、現在は植生に覆われているものの、丘陵を切土した斜面であることを確認した。また、撫養石製の石造物を確認した撫養町木津の丹生神社は、この石切場に隣接した集落内にある。神社境内に分布する複数の撫養石製の石造物の建立年代は、大正～昭和初期であり、上記の聞き取り結果と整合的である。以上のことから、「ドイツ橋」や「ドイツ兵の慰霊碑」が建立された大正年間に採掘されていた主要な石切場のひとつは、この鳴門市中山の丘陵斜面である可能性が考えられる。

「ドイツ兵の慰霊碑」は、四面の中央上下に、粗目の庵治石が額縁状にはめ込まれ、碑文が刻まれている。中山の丹生神社においても、撫養石が石段、狛犬、お百度石、手水鉢に使用されていることに加えて、同じ粗目の庵治石を使用した「大正十一年」

と紀年銘がある「授築記念碑」が建立されており、撫養石・粗目の庵治石が建立当時、双方で同時に使用されていたことは、共通点として注目される。

佐藤ほか（2015）では、「ドイツ橋」に関する文書記録から、大麻比古神社近くの石を使い、不足すると鳥井谷（場所不明）の上流に取りに行ったとされている。砂岩石材の多くはそれでまかなえた可能性があるが、「ドイツ橋」および「ドイツ兵の慰霊碑」には、鳴門市には分布しない花崗岩（庵治石）が含まれることから、遠方から運搬された石材も少なからず含まれていることは確実である。

3. 「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」の風化程度の評価

1) 石材の現況観察結果

「ドイツ橋」は、大麻比古神社境内北西部の林地内にあり、板東谷川の河床からの比高が5m程度の低位段丘面（標高約45m）に位置しており、幅数mの小溪流に架けられた石橋である（写真1）。石橋および周辺の観察結果について述べる。2015



写真1 ドイツ橋の全景



写真2 ドイツ橋南面の石材に観察される表面剥離

年7月と12月の2回、現地調査を実施したが、その際、橋が架かる小溪流には定常的な流水は確認されなかった。石材のほとんどが和泉層群の細粒砂岩（撫養石）が使用されている。砂岩には、細かい葉理の発達は顕著ではない。石材のごく一部には、和泉層群の礫岩および領家帯の花崗岩類が用いられており、このうち、北面の礫岩石材には亀裂が認められた。橋の南面には、日中、林内に入射する直達日射を受ける部分があるが、北面には直達日射はない。南面の石材の一部には、表面が薄く剥離した部分が観察された（写真2）。一方、石橋のアーチ部（直達日射はない）を観察すると、一部で石材表面にコケ類が付着した部分が観察された。

「ドイツ兵の慰霊碑」は、板東俘虜収容所跡に隣接する標高約40mの丘陵斜面に位置している（写真3）。高さ約2m、幅・奥行き約1.2mの方形で、和泉層群の砂岩を組み上げ、各面の中央には中粒黒雲母花崗岩のプレートがはめ込まれている。方形の四隅に用いられている砂岩の柱のうち、南西の砂岩柱のみに、顕著な亀裂と表面剥離が観察された（写真4）。この剥離が生じている部分には、日中（特に午後）の長時間、直達日射が当たる。

2) 色彩測定法の概要

対象とした石材は貴重な文化財であることから、肉眼観察に加え、非破壊測定による色彩測定を行った。岩石表面の色彩は、岩石の風化程度・水分含有量などを反映するものであり、その色彩を非破壊で測定できる色彩計を用いることで、岩石物性の定量的な把握がある程度可能となる（西山ほか、2011）。色彩測定は、近年、石造文化財調査にも用いられて



写真3 ドイツ兵の慰霊碑

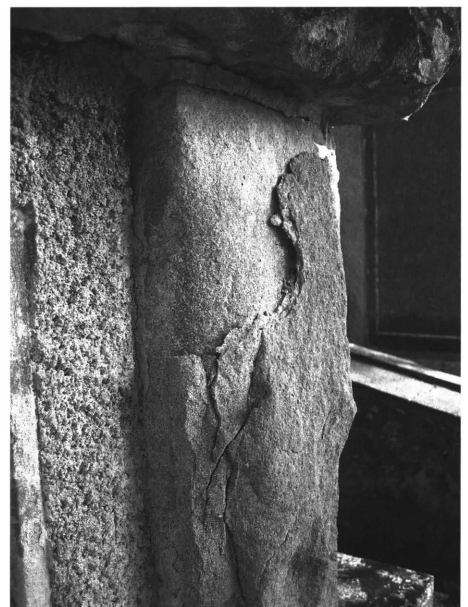


写真4 ドイツ兵の慰霊碑 南西端の亀裂部分

きている (朽津・山田, 2000; 朽津ほか, 2005; 朽津, 2010)。測定に用いた色彩計は, コニカミノルタ製 SPAD-503 (測定窓の直径 8 mm) であり, 石材表面に色彩計を押し当てて測定する直接測定を行った。得られた色彩値は, $L^*a^*b^*$ 表色法で表した。 L^* 値は明暗の指標であり, 0 が黒, 100 が白を表す。 a^* は正が赤, 負が緑を, b^* は正が黄, 負が青を, それぞれ表す。岩石が化学的に風化すると, 一般には水酸化鉄などの錆が増加するため, a^* 値や b^* 値が増加する (すなわち褐色化する) 傾向が顕著である。一方, 岩石表面が乾燥していると L^* は高く, 湿潤状態にあると L^* が低くなる。

3) 色彩測定結果

「ドイツ橋」は, 橋の東端付近を基準点とし, 南面では, 基準点+8 m までの 9 箇所, 橋の上端から二段~四段下の石材の測定を行った (写真 5)。測定した石材の位置の差は, 現地での測定の容易さによって選択した結果である。一方, 北面では, 基準点から+8.1m までの 4 箇所, 上端から二段~五段下の石材の測定を行った。さらに, アーチ部分については, それぞれ南側と北側の 2 測線を設け, 河床となる下端から上方に十二段 (南) または十三段 (北) までの測定を行った。測定結果を表 2~5 に示す。

南面の色彩値は, 日射の有無による差違は明瞭ではなく, むしろ剥離の有無による差が大きい。剥離のない砂岩の L^* 値は 30 台であるが, 剥離部分では 55 程度と白色が強い。 a^* 値と b^* 値には, 日射・剥離の有無による有意の差は認められない。直達日射のない北面では, L^* 値はいずれも 30 台であり, a^* 値・



写真 5 ドイツ橋南面基準点 (右端) からの測線設置状況

表 2 ドイツ橋南面の色彩測定結果

測定場所	回数	L^*	a^*	b^*	備考	
ドイツ橋 (南面)	基準点 +60cm 二段下	①	37.1	0.7	9.4	
		②	35.7	1.1	9.8	
		③	36.3	1.0	10.5	
		平均	36.4	0.9	9.9	
	基準点 +240cm 三段下	①	39.0	-0.2	9.7	
		②	34.0	0.5	7.3	
		③	39.9	0.7	7.6	
		平均	37.6	0.3	8.2	
	基準点 +340cm 三段下	①	33.0	0.4	10.4	日射あり
		②	37.0	0.9	10.9	
③		39.0	0.3	9.9		
平均		36.3	0.5	10.4		
基準点 +400cm 四段下	①	33.0	1.5	8.8	日射あり	
	②	32.0	1.7	9.1		
	③	34.0	-0.6	9.8		
	平均	33.0	0.9	9.2		
基準点 +600cm 二段下	①	22.5	1.0	15.7	日射あり	
	②	30.7	0.8	9.0		
	③	37.4	3.4	13.7		
	平均	30.2	1.7	12.8		
基準点 +690cm 四段下	①	54.9	-1.3	9.7	日射あり 剥離面	
	②	54.5	0.6	7.1		
	③	57.6	0.0	7.3		
	平均	55.7	-0.2	8.0		
基準点 +720cm 二段下	①	29.7	1.5	7.9		
	②	29.3	1.5	9.6		
	③	27.7	1.4	4.6		
	平均	28.9	1.5	7.4		
基準点 +750cm 二段下	①	56.7	-1.2	12.8	剥離面	
	②	57.9	-1.3	9.7		
	③	56.1	-0.4	10.8		
	平均	56.9	-1.0	11.1		
基準点 +800cm 二段下	①	36.8	1.0	10.6		
	②	34.6	1.0	9.1		
	③	25.9	0.8	9.0		
	平均	32.4	0.9	9.6		
全平均		38.6	0.6	9.6		

表 3 ドイツ橋北面の色彩測定結果

測定場所	回数	L^*	a^*	b^*	備考	
ドイツ橋 (北面)	基準点 +150cm 二段下	①	36.2	1.1	11.2	
		②	37.2	-1.0	11.8	
		③	38.2	-0.4	12.7	
		平均	37.2	-0.1	11.9	
	基準点 +300cm 二段下	①	30.3	0.0	12.3	
		②	31.6	-0.6	14.1	
		③	33.6	-0.6	14.2	
		平均	31.8	-0.4	13.5	
	基準点 +650cm 五段下	①	33.5	-0.1	11.0	割れあり 礫岩
		②	33.2	-1.4	11.5	
③		35.8	-0.8	12.9		
平均		34.2	-0.8	11.8		
基準点 +810cm 二段下	①	33.8	0.8	10.9		
	②	33.2	-0.1	11.4		
	③	31.5	1.3	10.7		
	平均	32.8	0.7	11.0		
全平均		34.0	-0.2	12.1		

表4 ドイツ橋内壁（南側）の色彩測定結果

測定場所	回数	L*	a*	b*	備考	
ドイツ橋 内壁南	1 段目	①	32.3	0.4	10.2	
		②	31.0	-2.0	11.7	
		③	29.6	-0.4	8.5	
		平均	31.0	-0.7	10.1	
	2 段目	①	34.3	-0.9	13.7	
		②	31.5	0.8	11.1	
		③	33.9	2.0	11.9	
		平均	33.2	0.6	12.2	
	3 段目	①	33.0	-0.3	13.7	
		②	37.4	-0.2	12.6	
		③	37.8	-0.8	13.8	
		平均	36.1	-0.4	13.4	
4 段目	①	41.5	-0.3	10.6		
	②	37.3	0.9	10.5		
	③	39.2	0.1	10.1		
	平均	39.3	0.2	10.4		
5 段目	①	36.6	-0.7	11.9		
	②	36.4	-0.6	11.0		
	③	36.2	-0.3	10.1		
	平均	36.4	-0.5	11.0		
6 段目	①	30.8	-0.3	9.9		
	②	32.4	-0.5	9.7		
	③	33.7	-0.3	9.7		
	平均	32.3	-0.4	9.8		
7 段目	①	35.3	0.1	10.4		
	②	43.3	0.8	10.3		
	③	35.7	-0.2	11.1		
	平均	38.1	0.2	10.6		
8 段目	①	41.7	0.5	12.6	コケあり 3回目 未測定	
	②	40.9	-2.2	11.1		
	③					
	平均	41.3	-0.9	11.9		
9 段目	①	45.7	1.5	15.9	コケあり 3回目 未測定	
	②	41.2	0.6	12.1		
	③					
	平均	43.5	1.1	14.0		
11 段目	①	42.5	-1.9	14.4		
	②	41.4	1.1	13.1		
	③	37.3	-2.6	11.7		
	平均	40.4	-1.1	13.1		
12 段目	①	34.6	-1.1	8.1		
	②	38.8	-0.6	10.3		
	③	31.5	-0.2	8.4		
	平均	35.0	-0.6	8.9		
全平均		36.6	-0.2	11.3		

b*値も南面とほぼ同レベルとなった。橋下のアーチ部分の測定結果（花崗岩を除く）は、南側・北側ともに明瞭な差異は認められないが、コケが付着した石材でのL*値が45程度とやや高い（測定はコケを避けて実施）。

「ドイツ兵の慰霊碑」における測定結果を表6に示す。強い直達日射がある南西の柱でのL*値がやや高く、剥離部分では57と顕著に高い。一方、あ

表5 ドイツ橋内壁（北側）の色彩測定結果

測定場所	回数	L*	a*	b*	備考	
ドイツ橋 内壁北	1 段目	①	33.7	-0.5	8.9	
		②	25.5	-0.3	7.2	
		③	28.2	-0.7	8.3	
		平均	29.1	-0.5	8.1	
	2 段目	①	32.6	0.2	10.6	
		②	35.2	-1.3	9.2	
		③	31.6	-1.2	10.3	
		平均	33.1	-0.8	10.0	
	3 段目	①	39.2	0.2	12.8	3回目は 未測定
		②	36.6	0.0	13.2	
		③				
		平均	37.9	0.1	13.0	
	4 段目	①	39.1	-2.0	8.8	
②		38.0	-1.2	7.2		
③		41.5	-0.8	10.6		
平均		39.5	-1.3	8.9		
5 段目	①	50.2	1.7	14.9	花崗岩	
	②	41.2	2.3	14.4		
	③	43.1	0.9	14.3		
	平均	44.8	1.6	14.5		
6 段目	①	41.9	-0.6	10.9		
	②	37.6	0.2	10.7		
	③	40.8	-2.0	13.0		
	平均	40.1	-0.8	11.5		
7 段目	①	38.3	0.4	10.0		
	②	40.1	0.3	10.3		
	③	40.3	0.5	10.3		
	平均	39.6	0.4	10.2		
8 段目	①	37.2	1.8	12.3	礫岩	
	②	33.8	1.3	9.4		
	③	36.2	0.6	8.0		
	平均	35.7	1.2	9.9		
9 段目	①	37.3	-0.2	8.3		
	②	38.3	-0.2	9.8		
	③	34.7	0.1	8.7		
	平均	36.8	-0.1	8.9		
10 段目	①	42.3	0.5	8.5		
	②	44.0	0.2	8.5		
	③	41.9	0.4	9.3		
	平均	42.7	0.4	8.8		
11 段目	①	31.6	-0.2	5.9		
	②	34.9	0.3	8.2		
	③	34.0	0.1	8.4		
	平均	33.5	0.1	7.5		
12 段目	①	測定不可				
	②	測定不可				
	③	測定不可				
13 段目	①	37.0	-0.4	11.4		
	②	34.3	-0.1	9.3		
	③	35.5	1.0	13.2		
	平均	35.6	0.2	11.3		
全平均（花崗岩を除く）		36.7	-0.1	9.7		

る程度の直達日射がある北西の柱でのL*は20～30台と特に高くない。南東の柱を除くと、柱の上部ほどL*がやや高く、柱の下部ほどL*値がやや低

表6 ドイツ兵の慰霊碑 色彩測定結果

測定場所			L*	a*	b*	備考
ドイツ兵 慰霊碑	南西の柱	上	47.4	0.1	8.5	日射あり, 剥離発達
		中	38.7	0.4	8.2	
		下	44.6	-0.5	-1.2	
		剥離	57.3	-0.8	6.0	
		平均	46.9	-0.3	4.3	
	北西の柱	上	38.1	-0.7	3.8	日射あり
		中	35.7	1.1	7.5	
		下	28.4	1.9	4.3	
		平均	34.1	0.8	5.2	
	北東の柱	上	43.9	1.3	10.1	
		中	32.2	1.1	11.8	
		下	39.2	1.8	13.0	
		平均	38.4	1.4	11.6	
	南東の柱	上	41.1	-0.9	8.3	
		中	36.5	-0.2	8.6	
		下	41.3	-0.9	12.2	
平均		39.6	-0.7	9.7		
全平均			38.9	0.4	7.9	

い。a*値とb*値には、柱の位置による明瞭な差は認められず、「ドイツ橋」の測定結果とほぼ同程度となった。

4) 石材の風化状況に関する考察と保存に向けた検討事項

以上のように、「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」の石材は、a*値やb*値の増加で表されるような褐色化は進行しておらず、化学的な風化の進行は明瞭ではない。一方、石材表面の剥離が何ヶ所かで認められ、特に「ドイツ兵の慰霊碑」南西の柱が顕著である。この種の剥離部分ではL*値が高いものの、a*値・b*値は、他の石材とほぼ同様である。剥離部分でのみL*値が高くなっている原因としては、(1)経年的な石材表面の変色を受けていない、新鮮な剥離面が露出したため、(2)測定した剥離面の背後にも潜在的な剥離面（微少な割れ目）が存在すると、測定した面には石材内部からの水分供給が及びにくく、乾燥が卓越するため、といった理由が考え得る。また、長柱状の石材を立てて使用している「ドイツ兵の慰霊碑」の場合、石材上部ほどL*値がやや高い傾向が認められることから、石柱の上部ほどやや乾燥しやすいことが考えられる。

剥離が生じている「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」のうち、特に後者の変状が比較的大きい。この理由として、後者のほうが西日による強い直達日射を受けることや、長柱状の石材を立てて使用して

いる構造上の問題から、砂岩の葉理面に沿った引張応力の作用による微小亀裂の進展が影響している可能性がある。また、柱の上部ほど乾燥を受けやすい条件下にある。この種の要因の組み合わせにより、石材表面の劣化が引き起こされている可能性がある。

礫岩石材を除けば剥離が生じていない「ドイツ橋」北面およびアーチ下面には、直達日射が達しないことから、強い直達日射による石材表面の乾燥と、降雨や石材の洗浄などによる湿潤状態の繰り返し、石材表面の剥離発生に関与している可能性がある。林内にある「ドイツ橋」に比べて、西に開けた場所に立地する「ドイツ兵の慰霊碑」南西端の柱の上部が、最も顕著に亀裂が生じていることから、以上の要因の関与が考えられる。「ドイツ橋」の場合、現在と同様の林内環境が保たれる限り、これまでと同様に、今後急激かつ顕著な風化による剥離の進行は生じないと考えられる。一方、西側に開けた場所にある「ドイツ兵の慰霊碑」の場合、直達日射の軽減を図ることは、土地条件から考えて難しいと考えられる。取り得る対策としては、慰霊碑であるがゆえ、しばしば石材表面への散水や、表面の洗浄などが行われている可能性があり、これらの行為は、石材表面の湿潤と乾燥の繰り返しに伴う風化を促進する効果をもたらす可能性があることから、必要最小限に限るなどが考えられる。

4. まとめ

聞き取りにより、「ドイツ橋」および「ドイツ兵の慰霊碑」が建立された大正年間から昭和初期に稼行していた撫養石（和泉層群の砂岩石材）の石切場の位置を推定した。その結果、鳴門市中山の丘陵斜面に現存する石切場跡地が有力な候補のひとつと推定された。この石切場に隣接する集落内に位置する丹生神社境内には、大正年間の年号を持つ複数の撫養石製の石造物（石段、狛犬、お百度石、手水鉢など）を確認した。丹生神社の建立は、粗目の庵治石（花崗岩）を使用した「授業記念碑」の紀年銘より「大正十一年」と特定できる。撫養石と粗目の庵治石が建立当時、双方で同時に使用されていたことは、建築に関する共通点として注目される。

肉眼観察および色彩測定によって、「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」の風化程度を把握するとともに、風化に関与する因子の推定を試みた。「ドイツ橋」北面の礫岩石材には亀裂が認められた。橋の南面には、日中、林内に入射する直達日射を受ける部分があり、石材の一部には、表面が薄く剥離した部分が観察された。一方、石橋のアーチ部（直達日射はない）の一部で石材表面にコケ類が付着した部分が観察された。「ドイツ兵の慰霊碑」の四隅に用いられている砂岩の柱のうち、日中の長時間、直達日射が当たる南西の砂岩柱のみに、顕著な亀裂と表面剥離が観察された。色彩測定の結果、表面剥離部分の色彩値は、いずれもL*値のみが顕著に高い結果となった。剥離が生じている「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」のうち、特に後者の変状が比較的大きい。この理由として、後者のほうが西日による強い直達日射を受けることや、長柱状の石材を立てて使用している構造上の問題から、強い直達日射による石材表面の乾燥と、降雨や石材の洗浄などによる湿潤状態の繰り返しが、石材表面の剥離発生に関与している可能性、ならびに、砂岩の葉理面に沿った引張応力の作用による微小亀裂の進展が、それぞれ影響している可能性がある。

南面の一部を除いて直達日射が及ばない「ドイツ橋」の場合、現在と同様の林内環境が保たれる限り、これまでと同様に、今後急激かつ顕著な風化による剥離の進行は生じないと考えられる。一方、西側に開けた場所にある「ドイツ兵の慰霊碑」の場合、直達日射の軽減を図ることは難しい。慰霊碑である石

材表面へしばしば行われている可能性がある石材への散水・洗浄は、石材表面の湿潤と乾燥の繰り返しによる風化を促進する効果をもたらす可能性があることから、必要最小限に限るなどの対策が必要と考えられる。

謝辞

「ドイツ橋」と「ドイツ兵の慰霊碑」の現地調査に当たっては、鳴門市教育委員会、大麻比古神社の丹生貴生様に協力いただきました。色彩測定は、徳島大学大学院地域科学研究科の北尾泰広・渡邊凌の両氏に協力いただきました。撫養石の石切場に関しては、松浦開発興業株式会社大麻砕石工場の後藤好博工場長、ならびに西條石材の西條小四郎様に聞き取り調査をさせていただきました（2015年7月31日）。以上の皆様に、記して感謝申し上げます。

文献

- 石田啓祐（2010）：「ドイツ兵の慰霊碑」一和泉層群砂岩石材に進行する建立後の風化の影響一。中国四国地方の応用地質学、日本応用地質学会中国四国支部、80。
- 朽津信明・山田拓伸（2000）：大分県下の石仏の彩色について。保存科学、39、33-42。
- 朽津信明・李心堅・関博充（2005）：文化財の強度測定法と風化度合いの定量化について。保存科学、44、117-125。
- 朽津信明（2010）：屋内と屋外での来待石製石塔の風化の違い。応用地質、50、329-335。
- 鳴門市史編纂委員会編（1982）：鳴門市史、中巻、鳴門市。
- 西山賢一・木村隆行・磯野陽子・井上弦（2011）：色彩計を用いた岩石・土壌の色彩測定法。応用地質、52、62-71。
- 佐藤征弥・種ヶ嶋絵理・網田克明・川上三郎（2015）：板東俘虜収容所のドイツ兵が大麻比古神社境内に造った橋と公園。徳島大学地域科学研究、5、10-32。
- 徳島県教育委員会編（2007）徳島の文化財。徳島新聞社、488p。

Weathering and locality of sandstone brand “muya-ishi” used in German Bridge and memorial stone monument of German prisoners

NISHIYAMA Ken-ichi*, ISHIDA Keisuke, NAKAO Ken-ichi, TSUJINO Yasuyuki and HASHIMOTO Toshio.

* 2-1, Minamijosanjima-cho, Tokushima 770-8506, JAPAN

Proceedings of Awagakkai, No.61 (2017), pp.177-184.