

やまなし

第86号
2015年
7月

衛環研だより

発行:山梨県衛生環境研究所 甲府市富士見一丁目7-31 TEL 055-253-6721

URL:<http://www.pref.yamanashi.jp/eikanken/index.html>

平成26年度に終了した調査研究課題の紹介

平成27年度第1回課題評価委員会が6月25日に開催されました。
事後評価の対象になった課題は次のとおりです。

No.	調査研究課題
1	山梨県内の環境水中における有機フッ素化合物の実態調査
2	ヒト糞便および調理環境における黄色ブドウ球菌疫学指標の解析
3	レジオネラ属菌の消毒が困難な泉質における消毒方法の検討
4	山梨県における地衣類の分布

山梨県内の環境水中における有機フッ素化合物の実態調査

【 背景と目的 】

有機フッ素化合物は安定な物質で、様々な便利な特徴がある為に合成樹脂やその合成補助剤、撥水・撥油剤等として幅広く使用されています。

しかし、有機フッ素化合物やその分解産物は化学的に安定であるために、環境中に放出された場合、長期にわたり残存します。これらの化合物のうち特に水に溶けやすいPFOS・PFOAとそれに似た物質(以下、PFCsという)(表1)は、日本の河川水等でもしばしば検出されていますが、山梨県では詳細な調査は行われていません。

そこで本調査では、山梨県内の河川を主な対象にPFCsの現状を把握し、汚染実態を明らかにすることにしました。

【 結果 】

(1) 健康への影響

PFCsについて、日本国内では水に関する基準は設けられていません。

今回検出された物質の最大濃度と諸外国における最も厳しい飲用基準を表2に示しました(表1に載っており表2に載っていない6物質は検出されませんでした)。

いずれの物質も基準値(または他物質の基準値を準用した仮の値)を下回っており、県内環境水中の本調査対象物質による健康への影響は無いと考えられました。

表1 調査対象物質

PFASs ¹	炭素数	PFCAs ²	炭素数
PFBS	4	PFBA	4
PFHxS	6	PFPeA	5
PFHpS	7	PFHxA	6
PFOS	8	PFHpA	7
PFDS	10	PFOA	8
1 PFASsはPFOS類縁物質。 PFOS(下(上)構造式)の炭素数を増減したもの。 2 PFCAsはPFOA類縁物質。 PFOA(下(下)構造式)の炭素数を増減したもの。		PFNA	9
		PFDA	10
		PFUdA	11
		PFDoA	12
		PFTTrDA	13
		PFTeDA	14
PFOS			
PFOA			

表2 物質毎の本調査の最大濃度と基準値 [ng/L]

物質名	最大濃度	基準値 (仮の値)	基準値根拠
PFBS	3.1	(200)	PFCsにおいて、炭素鎖が短いほど生体への蓄積性・毒性が低い傾向がある ¹⁾ ため、PFOSより炭素鎖の短いこれらの化合物においては、PFOSの安全基準値(200ng/L)では健康被害が生じないと考えられる。
PFHxS	0.94	(200)	
PFHpS	1.5	(200)	
PFOS	3.6	200	米国の飲料水に関する暫定健康勧告(2009)
PFBA	4.5	(400)	PFCsにおいて、炭素鎖が短いほど生体への蓄積性・毒性が低い傾向がある ¹⁾ ため、PFOAより炭素鎖の短いこれらの化合物においては、PFOAの安全基準値(400ng/L)では健康被害が生じないと考えられる。
PFPeA	1.5	(400)	
PFHxA	1.2	(400)	
PFHpA	0.67	(400)	
PFOA	3.8	400	米国の飲料水に関する暫定健康勧告(2009)
PFNA	3.3	20	米国ニュージャージー州環境保護局地下水引用安全暫定基準草案

1)水野勝 西坂允宏:河川水中の有機フッ素化合物の実態調査, 愛知県環境調査センター所報, 41, 15~20, 2013

(2) 河川水・湖水からの検出状況

PFCs は<0.50～3.3ng/L の範囲で検出されました。多数の地点で多種類の物質が同時に検出され、その頻度、濃度は PFOS、PFBA、PFOA、PFNA の4物質で高い結果となりました。

PFBA の検出が目立つことから、以前から用いられていた PFOS・PFOA から、より毒性の低いといわれる炭素鎖の短い PFCs への転換が進んでいるとも考えられました。

地点別にみると、富士川万栄橋(地点1)、滝沢川新大橋(地点3)、笛吹川三郡東橋(地点5)及び荒川二川橋(地点15)において他地点に比べて高濃度の PFCs の汚染がみられましたが、前述のとおり健康に影響の無い程度の濃度です。

多くの物質で、夏季の方がそれらの濃度が高い傾向にありました。特に PFNA は、夏季と冬季で検出頻度・濃度ともに大きく差があり、顕著な変動が見られました。例外的に PFHpS のみ、夏季には検出されず冬季に検出されています。

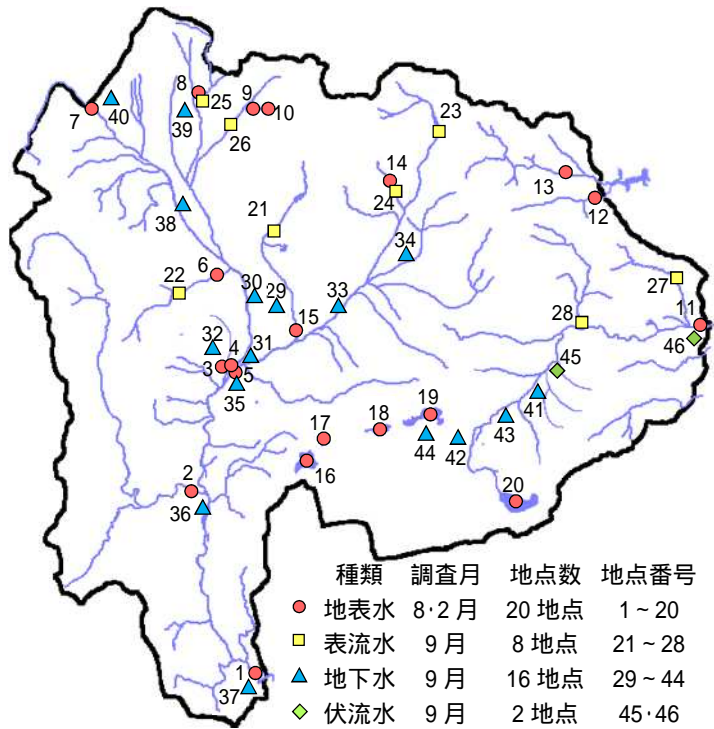


図1 採水地点及び採水時期

(3) 地下水からの検出状況

検出された物質は PFOS、PFBA、PFOA、PFNA のみで、<0.50～4.5ng/L の範囲で検出されました。それぞれの地点を個別に見ると、同時に検出された物質は最大でも3種類と少なく、河川水・湖水とは対照的でした。これはそれぞれの井戸に影響する汚染源が単一若しくは少数である為であると考えられます。場合によっては井戸内のポンプやケーシングに使用されたフッ素樹脂などから溶出してきた可能性もあります。

(4) 既存調査の検出状況との比較

環境省の実施した平成24年度要調査項目等存在状況調査の結果(PFOS:<0.1～9.8ng/L、PFOA:0.31～110ng/L・全国47地点・本調査との共通項目は2物質のみ)と比較すると本調査結果は PFOS:<0.52～3.6ng/L、PFOA:<0.50～3.8ng/L と低い水準でした。

ヒト糞便および調理環境における黄色ブドウ球菌疫学指標の解析

【 背景と目的 】

黄色ブドウ球菌はグラム陽性球菌でヒトの腸管内や鼻腔に常在し、菌体外毒素である耐熱性のエンテロトキシンを産生することで食中毒の原因となります。平成26年の黄色ブドウ球菌による全国の食中毒患者数は、1,277名（食中毒原因物質の第4位）でした。

本県では、食中毒の発生を予防し、衛生的な食品を提供する事を目的に、食品の収去検査に併せて、調理環境のふき取り検査を行っています。また、食中毒事例や感染性胃腸炎など集団感染症事例が発生した時には、その原因や病原体を解明するため発症者や調理従事者の糞便の検査を行っています。

今回の調査では、調理環境のふき取り検査で分離された黄色ブドウ球菌と、食中毒事例や集団感染症事例における調理従事者の糞便から分離された黄色ブドウ球菌のコアグラーゼ型別とエンテロトキシンについて検査を行い、詳細な特徴を調査しました。

また、これらの特徴と食中毒発生リスクとの相関を検討することにより、食中毒の未然防止に向けた効果的な衛生指導が可能になるのではないかと考え、本調査結果と黄色ブドウ球菌を原因とした全国の食中毒事例との比較検討を実施することとしました。

【 調査対象 】

- 調理環境 : 平成24年6月～平成26年5月に分離した115株
- 調理従事者の糞便 : 平成24年4月～平成26年3月に分離した9株

【 結果 】

- (1) 調理従事者糞便由来株の結果
 調理従事者糞便由来9株についてコアグラーゼ型及びエンテロトキシン型別を行った結果を（表1）に示しました。4株がエンテロトキシン陽性でした。

（表1）

コアグラーゼ型	エンテロトキシン型別			陰性	合計
	A	B	C		
	1			1	2
			1		1
				1	1
	1	1		2	4
型別不能				1	1
合計	2	1	1	5	9

(2) 調理環境由来株の結果

調理環境由来 115 株についてコアグラゼ型及びエンテロトキシン型別を行った結果を(表2)に示しました。コアグラゼ型は ~ 型に分けられ、24 株がエンテロトキシン陽性でした。

(表2)

コアグラゼ型	エンテロトキシン型別			陰性	合計
	A	B	C		
1	3			3	7
2	1	3		13	19
4				6	10
		1		26	27
		1	1	12	14
		4	1	9	14
		1		4	5
型別不能		1		18	19
合計	7	12	5	91	115

(3) 全国の大規模食中毒との比較

食中毒調査支援システム(NESFD)に掲載された黄色ブドウ球菌食中毒事例(平成23年1月~平成26年12月に発生)のうち、食品衛生法施行規則第75条第1項に規定する報告書が提出された事例で、エンテロトキシン型別が確認できた13事例(表3)のコアグラゼ型は、検査未実施の3事例を除き、に限り、エンテロトキシン型については、13事例中、11事例がエンテロトキシンAでした。

(表3)

コアグラゼ型	エンテロトキシン型	事例数
	A	2
	D	1
	A	4
	A	2
	G, I	1
未実施	A	3
合計		13

これらことからコアグラゼ型が、又は型であり、エンテロトキシンA型の黄色ブドウ球菌を「食中毒高リスクの黄色ブドウ球菌」と仮定し、調理従事者糞便由来株及び調理環境由来株と比較を行ったところ、調理従事者由来株2株、調理環境由来株5株が「食中毒高リスクの黄色ブドウ球菌」に該当しました。(表1及び表2の黄色部分)

【 考察 】

今回の調査で、これまで明らかにならなかった調理従事者及び調理環境から分離される黄色ブドウ球菌のコアグラゼ型及びエンテロトキシン型の特徴が分かりました。

また、全国の大規模食中毒事例から食中毒をおこす危険性が高い黄色ブドウ球菌を「食中毒高リスクの黄色ブドウ球菌」を仮定したところ、本県の食品製造施設でも同様な菌株が7施設7株分離されたことから、食中毒に発展する危険性のある食品製造施設が複数存在することが示唆されました。

これまで、調理環境から検出される黄色ブドウ球菌の食中毒リスクの検討は行われておらず、黄色ブドウ球菌が分離された食品製造施設では、同一かつ基礎的な衛生指導にとどまっていたが、今回の調査結果から黄色ブドウ球菌のデータをさらに蓄積することにより、リスクに応じた新たな衛生指導が可能であると考えられました。

レジオネラ属菌の消毒が困難な泉質における消毒方法の検討

【 背景と目的 】

レジオネラ属菌により引き起こされるレジオネラ症は近年全国的に増加傾向にあり、その主な感染源となっている公衆浴場には一層の衛生管理が求められています。衛生行政ではレジオネラ属菌感染を防止するため、公衆浴場に対し次亜塩素酸ナトリウム（塩素）を用いた浴槽水の消毒を指導していますが、pHが高いなど浴槽水の泉質によっては消毒効果が十分に得られないことが報告されています。このような泉質を持つ公衆浴場からのレジオネラ症患者発生を防止するためには、塩素に代わり効果が期待できる新たな消毒方法の導入が課題です。そこで本研究では、レジオネラ属菌の消毒が困難な泉質の浴槽水における消毒方法の検討を行うこととしました。

【 結果 】

消毒方法の検討を、OECDによる消毒剤の手引書¹⁾を参考に行ったところ、浴槽水の消毒剤に求められる性質に一番合っていたのがモノクロラミン（MC）である、という結果となりました。MCはこれまでの研究によりpH9程度での消毒効果は確認されていますが、県内にはpH10を超える温泉が存在するため、文献を参考に消毒効果の検証方法を確立し、高いpHでレジオネラ属菌に対するMCの消毒効果がどのように変化するか確認しました。その結果、MCは塩素と比較しpH10以上での消毒効果が高いことが確認されました。これらのことから、本研究はMCによる消毒の有効性を検討することとしました。

次に、県内の公衆浴場のうち1) pHが高いなど塩素消毒が困難であると思われる、2) 過去にレジオネラの行政検査実績がある、3) 十分な塩素が確認されたにも関わらず浴槽水からレジオネラ属菌が検出されたことがある、という3点を考慮し、県内全域から10施設（施設番号1～10）及び対照施設（11）を選定しました。これらの施設の塩素で消毒されていない浴用水を採取し、塩素及びMCによるレジオネラ属菌の消毒効果の検証を行ったところ、多くの浴用水で塩素と比較しMCは高い消毒効果を示しました。特に高いpHの泉質ではこの傾向が強いことが確認されました。この結果を元の菌数から10万分の1（ $-5 \log_{10}$ ）以下に減少させると有効と判定されるヨーロッパ標準殺菌効力試験法（EN法）²⁾により評価したところ、塩素は10検体中3検体で有効であったのに対し、MCは全ての検体で有効でした（表）。また、それぞれの浴用水の薬剤消費量は、塩素と比較したところほとんどの検体でMCの方が少ない結果となりました（図1）。さらに、浴用水中での安定性について確認したところ、MCは塩素よりも安定している傾向にありました（図2）。

これらのことよりMCは塩素と比較し、今回対象とした温泉水の大部分において消毒効果が高く、濃度調節が容易であることが示唆されたことから、MCによる消毒は山梨県内

の塩素による消毒が困難な泉質における対応策となる可能性が考えられました。

表 EN法による塩素及びMCの有効性評価結果（-5以下で有効）

モノクロラミン存在下での生菌数変化 (log ₁₀)(3 ppm)					塩素存在下での生菌数変化 (log ₁₀)(0.4 ppm)				
検体番号	1	5	10	30(分)	検体番号	1	5	10	30(分)
1	-0.54	-2.16	<-5.56	<-5.56	1	-0.40	-0.82	-0.58	-1.45
2	-0.60	-2.40	-5.44	<-6.14	2	-0.26	-0.53	-0.51	-1.50
3	0.39	-0.77	-4.39	<-5.56	3	0.44	0.26	0.05	-0.66
4	-0.47	<-5.56	<-5.56	<-5.56	4	<-5.56	<-5.56	<-5.56	<-5.56
5	-0.29	-1.63	-2.62	<-5.44	5	-0.09	-0.54	-2.33	-4.36
6	-0.72	<-5.90	<-5.90	<-5.90	6	-1.92	-2.22	-2.44	-3.10
7	-0.41	-2.49	<-5.49	<-5.49	7	0.35	0.23	-1.70	-1.82
8	0.25	<-5.41	<-5.41	<-5.41	8	-0.91	<-5.41	<-5.41	<-5.41
9	-0.35	-3.40	<-6.22	<-6.22	9	-0.78	-1.89	-3.42	<-6.22
10	-2.52	<-6.22	<-6.22	<-6.22	10	-0.67	-0.89	-2.42	-2.82
11	<-5.60	<-5.60	<-5.60	<-5.60	11	-4.90	<-5.60	<-5.60	<-5.60

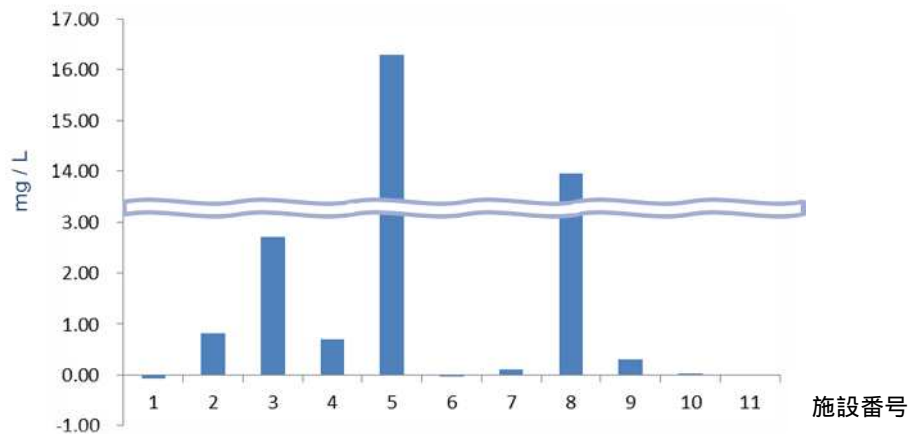


図1 塩素とMCの消費量の差（塩素消費量 - モノクロラミン消費量）

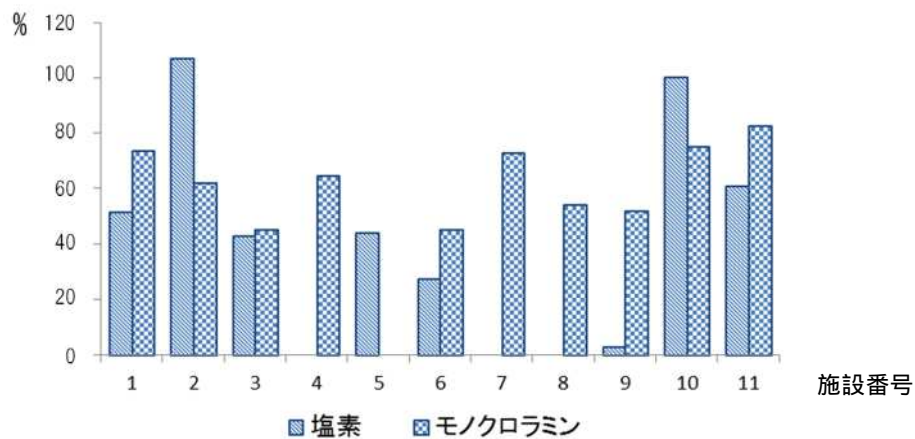


図2 40、120分での残存率

1) GUIDANCE DOCUMENT FOR DEMONSTRATING EFFICACY OF POOL AND SPA DISINFECTANTS IN LABORATORY AND FIELD TESTING, OECD Environment, Health and Safety Publications Series on Testing and Assessment No. 170 and Series on Biocides No. 4

2) 秋山茂、坂上吉一：レジオネラ属菌に対する殺菌・消毒剤の効果判定方法の検討、平成21年度厚生労働科学研究費補助金分担研究報告書

山梨県における地衣類の分布

【 背景と目的 】

樹木に付着して生息する地衣類の一部には、大気汚染物質に対して感受性が高い種があることが知られています（代表的な種として、葉状地衣類の一種であるウメノキゴケがあります）。ただ、山梨県内の一般環境中で、地衣類の分布を調査した報告はありません。そこで、山梨県内の葉状地衣類の分布を明らかにすることにより、大気環境を把握することを最終目的として、地衣類の分布調査を行いました。

【 結果 】

平成 25～26 年度にかけて、山梨県内において、一般常時監視測定局（10 局）近傍、自動車排ガス測定局（2 局）近傍、バックグラウンド地域（早川、丹波山、小菅）6 地点、発生源（工業団地）周辺 3 地点およびその他の条件に合う 9 地点、合計 30 地点で、ソメイヨシノに着生する葉状地衣類の分布状況を調査しました。

その結果、主に図(表)1 で示す葉状地衣類が確認できました。また、調査した地点と葉状地衣類の平均被度（％）については図 2 に示しました。甲府盆地内及び中央自動車道沿いの大月や上野原など、自動車交通量の多い地点では、葉状地衣類の平均被度が 1.0%以下と低い傾向が認められ、発生源（工業団地）周辺では、葉状地衣類がほとんど確認できず、被度が 0.1～0.2%と非常に低い結果でした。一方、バックグラウンド地域（早川、丹波山、小菅）では、キウメノキゴケ、マツゲゴケを始め、多種の葉状地衣類が観察でき、被度も 6%を越えていました。その他の地点として、道路沿いや山沿い、神社の境内など、県内 9 ヲ所において調査した結果、交通量の多い幹線道路の沿道では比較的葉状地衣類の被度が低く、山沿いでは被度が高い傾向が認められました。

大気測定局近傍の調査地点について、大気測定局の大気汚染物質（SO₂、NO、NO₂、SPM、Ox）濃度と葉状地衣類の被度との相関性を検討した結果、特に窒素酸化物（NO 及び NO₂）濃度が高い地点では、葉状地衣類の被度が低い傾向が認められました。

これらの結果から、自動車排気ガスや工場等からの大気汚染（特に窒素酸化物）により、葉状地衣類の被度が低くなる可能性が示唆されました。また、山梨県内における葉状地衣類の分布（被度）より、甲府盆地内、幹線道路（中央自動車道、国道 20 号）沿い及び工業団地周辺の大気環境は比較的悪い傾向であり、その他の地域では、比較的大気環境が良好であると推測されました。

ただし、山の近くでは多種の葉状地衣類が確認でき、被度も高い傾向が認められていることから、調査地点周辺の状況（例：山沿い、土の地面）や湿度等も影響していることが考えられ、今後さらなる調査を行う必要があります。



調査年度	調査地点の分類	調査地点名	調査地点の平均被度(%)	ウメノキゴケ	キウメノキゴケ	マツゲゴケ	ハクテングケ	ナミガタウメノキゴケ
H25	一般局近傍	甲府富士見局	<0.1	△	-	△	△	-
		笛吹局	<0.1	-	-	-	△	-
		東山梨局	<0.1	△	-	-	-	-
		韭崎局	0.2	△	-	-	-	-
		南アルプス局	0.7	○	○	-	-	-
		都留局	2.1	○	○	○	○	-
		南部局	4.2	△	○	○	○	○
		富士吉田局	49	○	○	○	○	-
		大月局	<0.1	△	-	-	△	-
		上野原局	0.1	△	-	-	-	-
H25	自排局近傍	県庁自排局	<0.1	△	-	-	-	-
		国母自排局	<0.1	-	-	-	-	-
H26	BG地域	早川	43	○	○	○	○	-
		丹波山①	6	○	○	○	○	-
		丹波山②	12	○	○	○	-	-
		丹波山③	31	○	○	○	-	-
		小菅①	18	△	○	○	○	-
		小菅②	35	○	○	-	-	-
H25	発生源周辺	甲西(工業団地)	0.1	△	-	-	-	-
		国母(工業団地)	0.1	-	△	-	△	-
		身延(工業団地)	0.2	△	△	-	△	-
H25	その他の調査地点	緑が丘(公園)	1.0	○	○	-	△	-
		高根(沿道)	1.0	△	○	-	△	-
		武川(山沿)	2.7	△	○	○	△	-
		都留(沿道)	0.9	-	△	△	△	-
		富士吉田(神社)	0.9	△	△	-	△	-
		河口湖(沿道)	1.2	△	○	-	△	-
		韭崎(山沿)	3.1	△	○	-	-	-
		河口湖(神社)	14	△	○	○	△	-
		身延(山沿)	16	○	○	○	△	-
		H26	その他の調査地点	早川	43	○	○	○
丹波山①	6	○		○	○	○	-	
丹波山②	12	○		○	○	-	-	
丹波山③	31	○		○	○	-	-	
小菅①	18	△		○	○	○	-	
小菅②	35	○		○	-	-	-	
甲西(工業団地)	0.1	△		-	-	-	-	
国母(工業団地)	0.1	-		△	-	△	-	
身延(工業団地)	0.2	△		△	-	△	-	
緑が丘(公園)	1.0	○		○	-	△	-	

※平均被度(%)は、各調査地点で、最大・最小の各1本を除外した、残りの被度の平均値
 - 着生が認められなかった
 △ 一部の樹木に、ごく少量の着生が認められた
 ○ 複数の樹木に、広く着生が認められた

図(表)1 山梨県内で観察された主な葉状地衣類とその分布

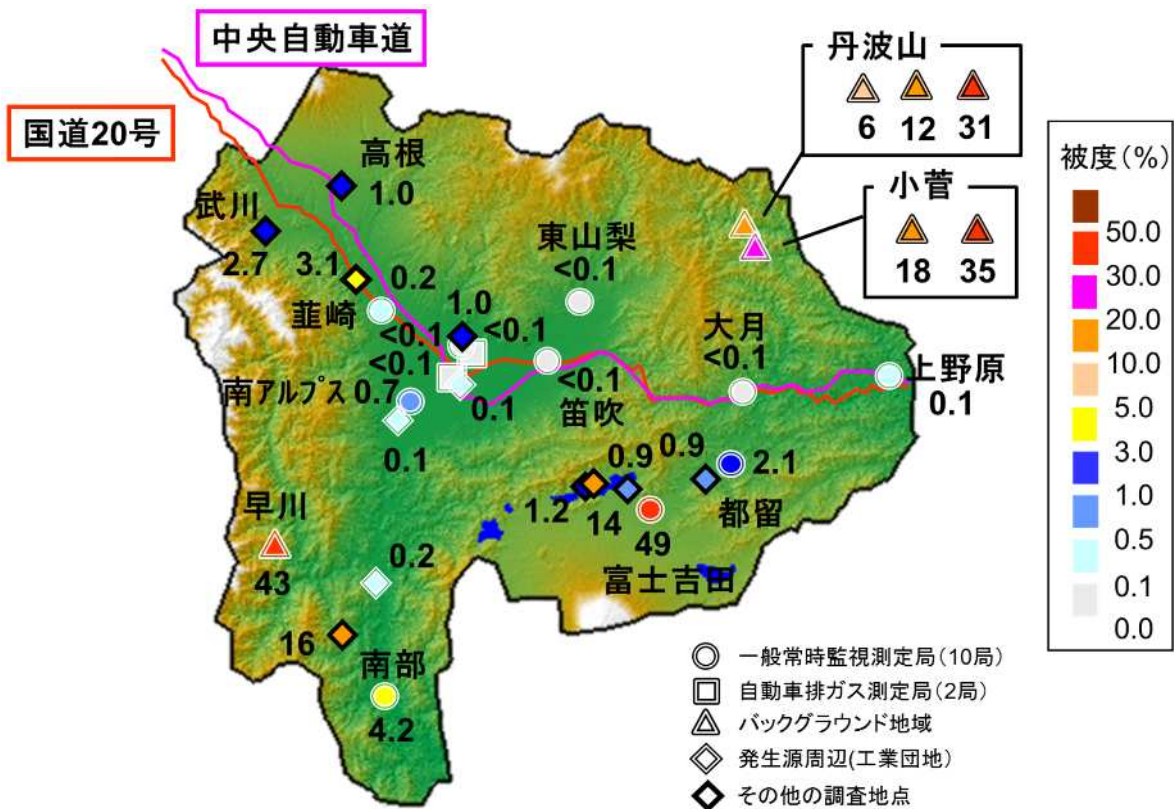


図2 山梨県内の調査地点と葉状地衣類の平均被度(%)