

公園施設等における壁面緑化技術開発等に関する調査

Greening Techniques on Building Walls in Parks

(研究期間 平成 16～17 年度)

環境研究部 緑化生態研究室
Environment Department
Landscape and Ecology Division

室長 松江 正彦
Head Masahiko MATSUE
研究員 長濱 庸介
Research Engineer Yosuke NAGAHAMA

While greening techniques on rooftop have been developed and applied today, development of those on building wall is in its early stage. In order to establish effective techniques, it is necessary to clarify their standards, performance and effect. Therefore, we experimented on greening techniques on wall in the Aichi Expo.

[研究目的及び経緯]

ヒートアイランド現象の緩和や景観の向上などを目的として、都市における屋上・壁面緑化を普及させる取り組みが政策的に行われており、都市の大規模な建築物における屋上・壁面緑化への取り組みが重要視されている。壁面緑化技術は多くの民間企業で開発が行われているが、まだ開発途上の段階である。そのため、公共事業への壁面緑化の導入には、壁面緑化技術に関する規格や性能、環境改善効果等を明らかにし、効果的・効率的な壁面緑化手法を確立することが課題となっている。

本研究では、壁面緑化がもたらす様々な環境改善効果を定量的に把握することを目的として、2005 年日本国際博覧会（愛・地球博）に建設された大規模緑化壁（バイオラング）を用いた壁面緑化実験を実施した。

[バイオラングの概要]

バイオラングは、博覧会のテーマである「自然の叡智」を訴求・具現化し、地球温暖化対策やヒートアイランド現象の緩和など、さまざまな環境圧を低減する未来の都市装置を提案する一方、博覧会会場に潤いをもたらす花と緑の魅力的なランドスケープを創出することを目的として設置された（写真-1）。

バイオラングの中央には、エキスポビジョンと高さ 25m の 2 つのタワーがあり、その両側に設けた 3 つの自立型緑化壁（写真-2）で構成されている。バイオラングの横幅は約 150m、自立型緑化壁の最大高さは約 15m である。自立型緑化壁には、1.35m×1.35m を基本サイズとした複数タイプの緑化パネル（シート型、マット型、プランター型、パネル型、ポケット型）が取り付けられており、導入された植物は野生草花や鑑賞草花、地被、ツル植物、灌木など約 200 種、緑化総面積

は約 3,500m² という世界最大級の緑化壁である¹⁾。



写真-1 バイオラング全景
(バイオラングの手前は、愛・地球広場)

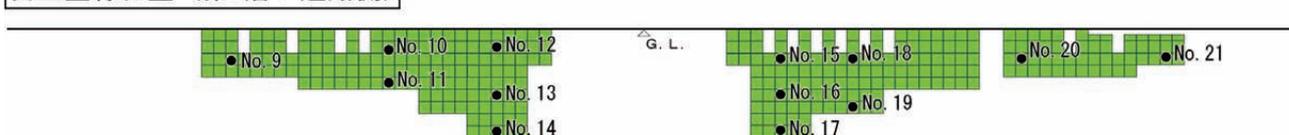


写真-2 バイオラングの自立型緑化壁
(愛・地球広場側から 2 層目と 3 層目の自立型緑化壁に挟まれた空間は、来場者の通路となっていた)

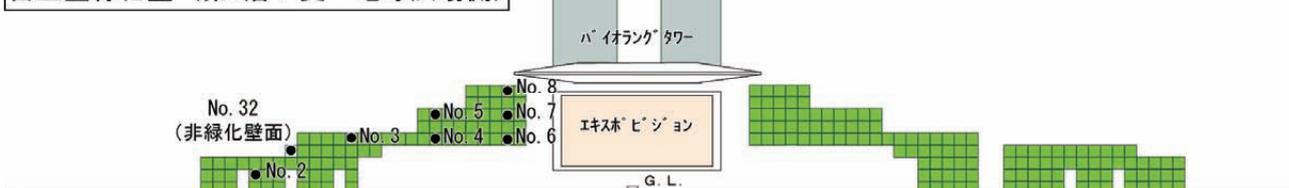
自立型緑化壁（第3層：通路側）



自立型緑化壁（第2層：通路側）



自立型緑化壁（第2層：愛・地球広場側）



自立型緑化壁（第1層：愛・地球広場側）



図-1 温度計測位置 (No. 33 は非緑化壁面となるバイオラング後方の建物壁面へ設置した)

[研究結果]

(1) 暑熱環境改善効果

壁面緑化による熱環境改善効果や大規模壁面緑化の面的な温熱分布を明らかにするため、緑化壁面ならびに非緑化壁面の温度測定を実施した。

1) 測定方法

温度測定は、緑化壁面 31 箇所ならびに非緑化壁面 2 箇所において、壁面から鉛直方向に約 10cm 離れた位置の温度（表面気温）と、壁面に接した部分の温度（地温）を測定した（図-1 および写真-3）。

2) 測定結果

日射条件が同一である、愛・地球博広場側に設置した緑化壁面の測点（自立型緑化壁第2層：No. 2～No. 8）と、白色コンクリート板製の非緑化壁面の測点（自立型緑化壁第2層：No. 32）の表面気温ならびに地温を比較した（図-2）。なおバイオラングでは 10 分から 20 分間隔でミストが噴霧されていたため、ミストによる温度低減の影響を受けない時間を抽出して温度を比較した。

8月4日午前10時8分における、非緑化壁面に設置した測点 No. 32 の表面気温は 38.3℃であった。一方、



写真-3 自立型緑化壁における温度測定状況
(左：緑化壁面 右：非緑化壁面)

緑化壁面に設置した測点の表面気温は 31.0℃～34.4℃であったため、非緑化壁面と緑化壁面の温度差は最大で 7.3℃となり、会期中最大の温度差を記録した。また、同日同時刻における測点 No. 32 の地温は 38.6℃であったが、緑化壁面に設置した測点の地温は、No. 8 を除き 26.8℃～29.1℃であったため、非緑化壁面と緑化壁面の温度差は最大で 11.8℃となった。

同日午前10時10分におけるエキスポアメダス^注の気温は 32.9℃であったことや、バイオラングの赤外線熱画像の撮影結果（図-3）からも、バイオラングの緑化壁面は周囲より涼しい状態であったことが明らかと

注) 財団法人 2005 年日本国際博覧会協会が博覧会会場の気象データを取得するために会場内の 20 箇所にて設けた自動気象観測装置のこと。ここでは、バイオラングに隣接した場所における、日射を受けない芝生上の百葉箱内部で測定した気温を使用した。

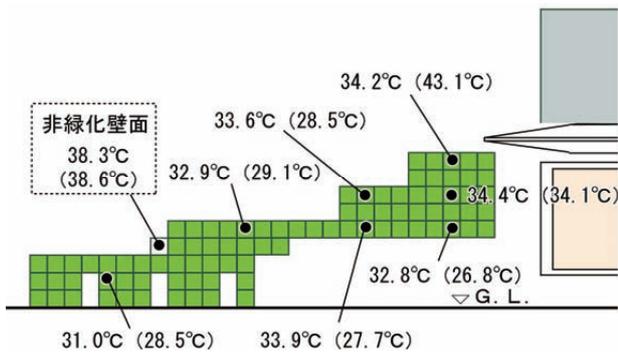
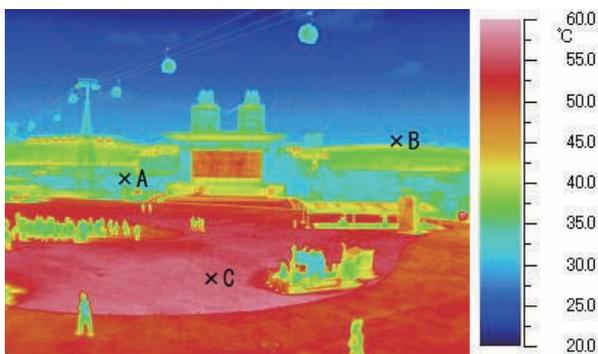


図-2 8月4日午前10時8分における自立型緑化壁第2層温度測定結果（カッコ内温度は地温）



温度測定箇所	温度
A:緑化壁面	32.8°C
B:グローバルハウス屋根	41.3°C
C:愛・地球広場	56.1°C

図-3 8月4日午前10時10分に撮影したバイオラングおよびその周辺の熱画像

なり、壁面緑化には暑熱環境の改善効果があることが示唆された。

(2) 騒音減衰効果

1) 測定方法

バイオラングに使用されていた壁面緑化用植栽基盤の騒音低減効果について把握するため、道路に用いる吸音材の評価や道路騒音の予測計算に用いられている、斜入射吸音率を測定することで、壁面緑化用植栽基盤の吸音性能を評価した²⁾。

斜入射吸音率の測定は、建設省（現・国土交通省）の平成7年度建設技術評価制度の公募課題「騒音低減効果の大きい吸音板の開発」で規定された方法に基づいて実施した³⁾。斜入射吸音率の測定に用いた試験体は、バイオラングに設置されていた壁面緑化用植栽基盤のうち、パネル型植栽基盤（試験体A）、マット型植栽基盤（試験体B）の2種類とした（表-1）。

表-1 試験体の概要

	試験体 A	試験体 B
基盤タイプ	パネル型	マット型
植栽植物	アメリカツルマサキ	ユキノシタ、ショウジョウバカマ 他
植栽基盤	タイプ	繊維系基盤
	厚さ	108mm(ポリエステル不織布、プラスチック製ユニット含む)
	比重	0.78(湿潤時)
	配合	ピートモス(ソッドピート)100%
	水分状態	pF値 1.9 (斜入射吸音率測定時)
試験体寸法	300mm×300mm×108mm (1ユニット)	1500mm×2500mm×80mm (1ユニット)
試験体写真		

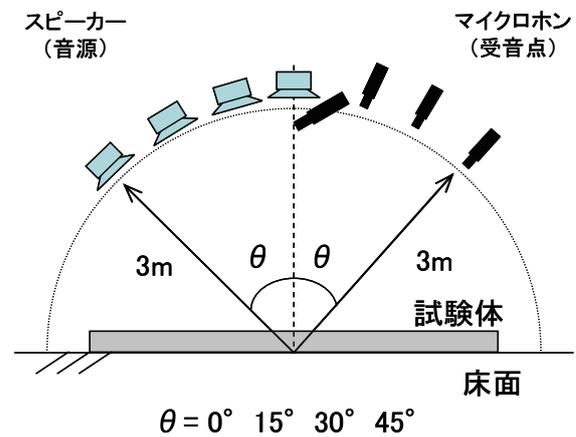


図-4 マイクロホンとスピーカーの配置

斜入射吸音率の測定は、側壁および天井が吸音処理された床面7m×8m、高さ6mの半無響室で実施した⁴⁾。図-4に示すように、初めに試験体を設置する中央の位置から半径3mの円周上において、音の入射角が0度（垂直入射）から45度まで15度間隔となるようにスピーカー（試験音の音源）を配置し、さらに入射角と等しい反射角側にマイクロホン（試験音の受音点）を配置した。ただし、入射角0度では、スピーカーと床面の距離を3m、マイクロホンと床面の距離を2.5mとした。次に、設置面積が約20m²となるよう試験体を床面へ設置した。そして、TSP (Time Stretched Pulse) 法を用いてスピーカーから試験音を放射し、マイクロホンで試験音を測定した後、スピーカーからの直接音と、試験体からの反射音を分離した。試験体を設置しない状態（剛壁条件）でも同様の測定を実施し、その測定結果から平均斜入射吸音率を算出した。

2) 測定結果

試験体 A の平均斜入射吸音率は 0.70、試験体 B の平均斜入射吸音率は 0.91 であった。

斜入射吸音率を測定した 2 種類の試験体の吸音性能を評価するため、平成 7 年度建設技術評価制度の公募課題「騒音低減効果の大きい吸音板の開発」における平均斜入射吸音率の評価基準⁵⁾と比較した(表-2)。試験体 A の平均斜入射吸音率は、トンネル内壁面、橋脚、植栽升の外壁面における平均斜入射吸音率の評価基準と同一であった。また試験体 B の平均斜入射吸音率は、高い吸音性能が要求される高架道路の裏面における平均斜入射吸音率の評価基準を超えていた。

以上の結果から、両試験体は吸音材としての性能を有していることが明らかとなり、壁面緑化用植栽基盤には騒音低減効果が期待されることが示唆された。

表-2 平均斜入射吸音率の評価基準⁵⁾

条件	平均斜入射吸音率
高架道路の裏面	0.90 以上
掘削壁面	0.85 以上
沿道建物の外壁面	0.75 以上
トンネル内壁面	0.70 以上
橋脚	0.70 以上
植栽樹の外壁面	0.70 以上

(3) 生物誘引効果

壁面緑化による生物誘引効果を明らかにするため、博覧会会期中の 6 月および 9 月に生物調査を実施した(6 月の調査対象は昆虫類とし、9 月の調査対象は昆虫類ならびにクモ類とした)。

1) 調査方法

① 任意観察・採集

6 月 8 日(5:00~12:00)、9 月 21 日(5:30~12:30)にバイオラングを任意に踏査し、双眼鏡を使用して目視確認を実施した。また必要に応じて捕虫網による採集を実施した。採集は現地でも同定が困難な種とし、1 種につき 1 個体を捕獲した。

② ライトトラップ

バイオラングを利用する昆虫類の確認を目的として、6 月 7 日~8 日(22:30~5:00)、9 月 20 日~21 日(22:30~5:30)に 6W のブラックライトを使用して、ライトトラップ調査を実施した。

2) 調査結果

バイオラングで確認された種数は 6 月と 9 月の調査結果を合わせて、昆虫類が 8 目 42 科 72 種、クモ類が 1 目 4 科 5 種であった。目別では、チョウ目 19 種で最も多く、次いでハチ目 13 種、バッタ目 12 種、コウチュウ目 10 種、ハエ目 8 種、トンボ目 5 種、カメムシ目 3 種、カマキリ目 2 種であった。クモ目は 5 種であ

った(表-3 および写真-4)。

確認された昆虫類やクモ類は、①植栽された花卉類への訪花を目的とした種(チョウ類、ハナアブ類、ハチ類など)、②植栽された植物を食草する種(バッタ類、カメムシ類、ハムシ類、ハバチ類など)、③バイラングに集まる昆虫類を捕食する種(クモ類、カマキリ類、スズメバチ類など)、④休息・捕食する場所として利用する種(隣接した池で羽化したトンボ)、⑤その他に分類された。また、成虫だけでなく幼虫や蛹が確認された種もあった。

本調査の結果、壁面緑化に導入する植物を工夫することで、多くの生物が壁面緑化に集まり、繁殖する環境を作り出すことが期待できるものと示唆された。

表-3 調査結果

目名	科名	種名	6月	9月	
トンボ目	アオイトトンボ科	ホソボツアオイトトンボ	●	●	
	イトトンボ科	クロイトトンボ	●	●	
	モノサシトンボ科	モノサシトンボ	●	●	
	オニヤンマ科	オニヤンマ	●	●	
	トンボ科	シリアキトンボ	●	●	
カマキリ目	カマキリ科	カマキリ	●	●	
		チヨウセンカマキリ	●	●	
バッタ目	キリギリス科	クダマキモドキ	●	●	
		アナムシ	●	●	
		シバズ	●	●	
	ヨオロギ科	ハラオカモロオロギ	●	●	
		クサセバ	●	●	
		エンマコオロギ	●	●	
		アオマツムシ	●	●	
		ツツレサセコオロギ	●	●	
		シヨウヨウバッタ	●	●	
	バッタ科	クダマキモドキ	●	●	
		オニヤンマ	●	●	
		ハネナシバッタ	●	●	
	カメムシ目	カメバシシガメ科	ハネナシガメバシシガメ	●	●
		カメムシ科	ハチノメ	●	●
		カメムシ科	アサギカメムシ	●	●
チョウ目	ハマキガ科	チキハカモシハマキ	●	●	
		ビロードハマキ	●	●	
	セセリチョウ科	イナモシジキ	●	●	
	シジミチョウ科	ヤマトシジミ	●	●	
	タテハチョウ科	ルリタテハ	●	●	
	アゲハチョウ科	アサシメアゲハ	●	●	
	シロチョウ科	モンキチョウ	●	●	
		キチョウ	●	●	
		モンシロチョウ	●	●	
	フナガ科	コブノメ	●	●	
		ホソシジミ	●	●	
	ジャクガ科	クハメアゲハ	●	●	
		ハダカアゲハ	●	●	
	スズメガ科	ホソボツアゲハ	●	●	
		クハメアゲハ	●	●	
ヤガ科	モノサシタテハ	●	●		
	クハメアゲハ	●	●		
	アサシメアゲハ	●	●		
ハエ目	ガガシ科	ベッコウガガシ	●	●	
		ヤマトガガシ	●	●	
	ムシキアブ科	オオムシキアブ	●	●	
	ハチアブ科	オオムシキアブ	●	●	
		オオムシキアブ	●	●	
コウチュウ目	オサムシ科	ウスアカコウロクモクムシ	●	●	
	コガネムシ科	コガネムシ	●	●	
	アゲハムシ科	アゲハムシ	●	●	
	キスエムシ科	マルガタキスエ	●	●	
	黒ヒラタムシ科	フクロヒラタムシ	●	●	
	カマキリモドキ科	アサギカマキリモドキ	●	●	
	カマキリムシ科	カマキリ	●	●	
		カマキリ	●	●	
	ハムシ科	オオムシキアブ	●	●	
		オオムシキアブ	●	●	
ハチ目	ハチ科	オオムシキアブ	●	●	
	アリ科	クハメアゲハ	●	●	
		クハメアゲハ	●	●	
		クハメアゲハ	●	●	
	スズメバチ科	スズメバチ	●	●	
	スズメバチ科	スズメバチ	●	●	
	スズメバチ科	スズメバチ	●	●	
	スズメバチ科	スズメバチ	●	●	
	スズメバチ科	スズメバチ	●	●	
	スズメバチ科	スズメバチ	●	●	
クモ目	クモ科	クモ	●	●	
	クモ科	クモ	●	●	
	クモ科	クモ	●	●	
	クモ科	クモ	●	●	
	クモ科	クモ	●	●	
9目	16科	17種	27	58	



写真-4 バイオラングで確認された昆虫類・クモ類

(4) ヒアリング調査

バイオラングについて、一般の人々はどのような意見・感想を抱いているかを把握し、今後壁面緑化を普及する際の参考とするため、バイオラングを見学していた博覧会来場者を対象としてヒアリング調査を実施した。

1) 調査方法

バイオラング内の通路において、6月15日と8月5日に実施した。調査人数は、6月15日が118人、8月5日が128人の合計246人であった。

2) 調査結果

調査結果を図-5に示す。問①のバイオラングの認知度では「ほとんど知らなかった」「まったく知らなかった」と回答した人が過半数を超えていた。しかし、問②では「大変興味を持った」「ある程度興味を持った」と回答した人が8割を超えていた。問①において「よく知っていた」「ある程度は知っていた」と回答した人が3割程度であったことを踏まえると、知る・知

らないに関わらず、バイオラングを直接見ることにより、多くの人の興味が喚起されていたものと考えられた。

問③の6つのイメージのうち「とても」「まあまあ」と回答した人の合計が過半数を超えたのは、「良い」「楽しい」「親しみやすい」の3つのイメージであった。したがって、バイオラングは見学者に良いイメージを与えていたことが明らかとなった。

問④の大規模壁面緑化に期待できる効果では、7つの効果すべてにおいて「とても期待できる」「まあまあ期待できる」が過半数を超えており、生物多様性の向上を除く6つの効果は8割を超えていた。

以上の結果から、見学者はバイオラングに良いイメージを持ち、壁面緑化が持つ都市環境改善効果について高い期待を寄せていることが明らかとなった。

[まとめ]

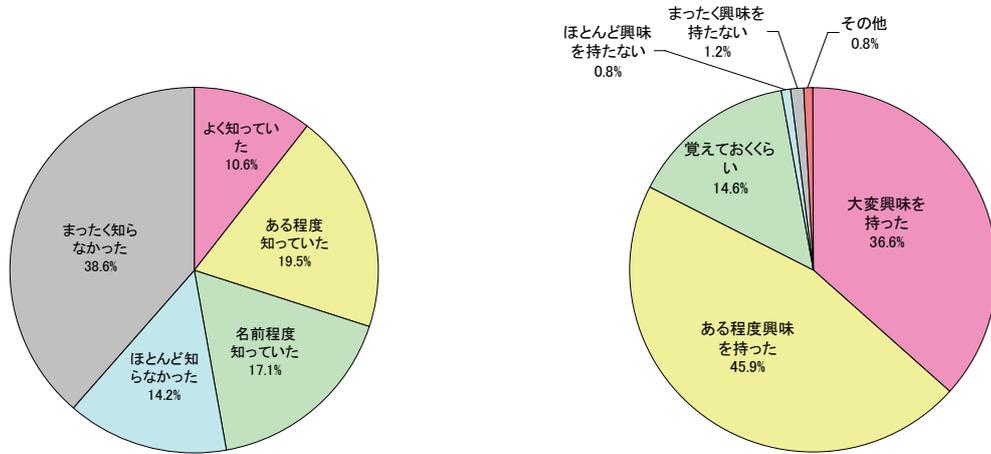
本研究の結果、壁面緑化には暑熱環境改善効果や騒音低減効果、生物多様性効果といった都市環境の改善効果が期待できることが明らかとなった。今後は、植栽基盤材料や、施工・維持管理技術の開発、コスト縮減等を進めることにより、都市環境の改善を目的とした壁面緑化を一層推進することが必要である。

[参考文献]

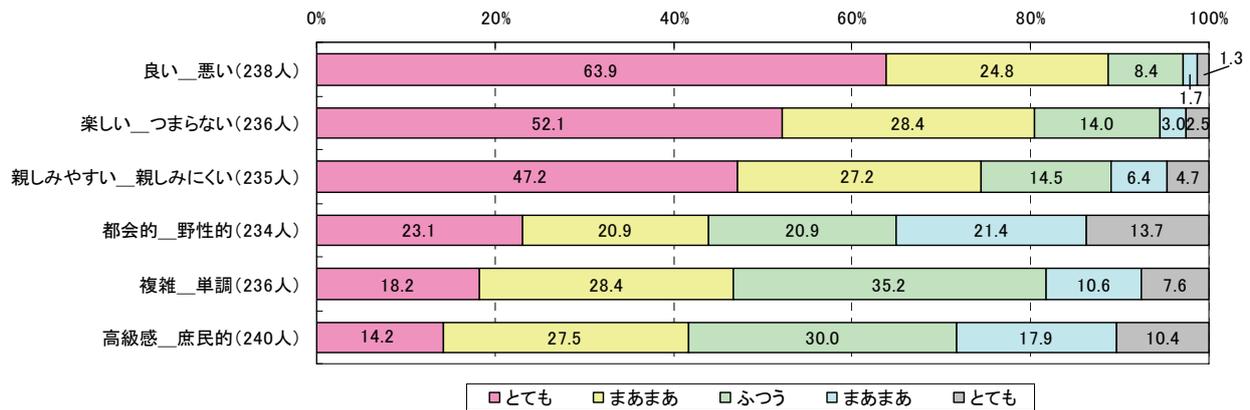
- 1) 財団法人都市緑化技術開発機構，特殊緑化共同研究会編：知っておきたい壁面緑化のQ&A，鹿島出版会（2006）.
- 2) 長濱庸介，松江正彦，木村和則：壁面緑化植栽基盤の吸音性能評価，社団法人日本騒音制御工学会秋季研究発表会講演論文集，pp. 29-32（2006）.
- 3) 上坂克巳，鉢嶺清範，大西博文，小寺隆司：高性能吸音板の構造と吸音特性－建設技術評価制度の結果より－，社団法人日本音響学会騒音・振動研究会資料，N-97-52（1997）.
- 4) K. Kimura, K. Yamamoto, “A method for measuring oblique incidence absorption coefficient of absorptive panels by stretched pulse technique,” Applied Acoustics 62(2001), pp. 617-632.
- 5) 大西博文，上坂克巳，鉢嶺清範：建設技術評価制度による吸音板の評価結果について，第22回日本道路会議一般論文集(A)，pp. 80-81（1997）.

問①：会場にいらっしゃる前にバイオラングについてご存知でしたか？

問②：バイオラングを見て、こうした壁面緑化について興味を持ちましたか？



問③：この大規模緑化壁面（バイオラング）について、あなたの直感的なイメージを教えてください



問④：この大規模緑化壁面（バイオラング）は、下に示した効果についてどれほど期待できると思いますか？

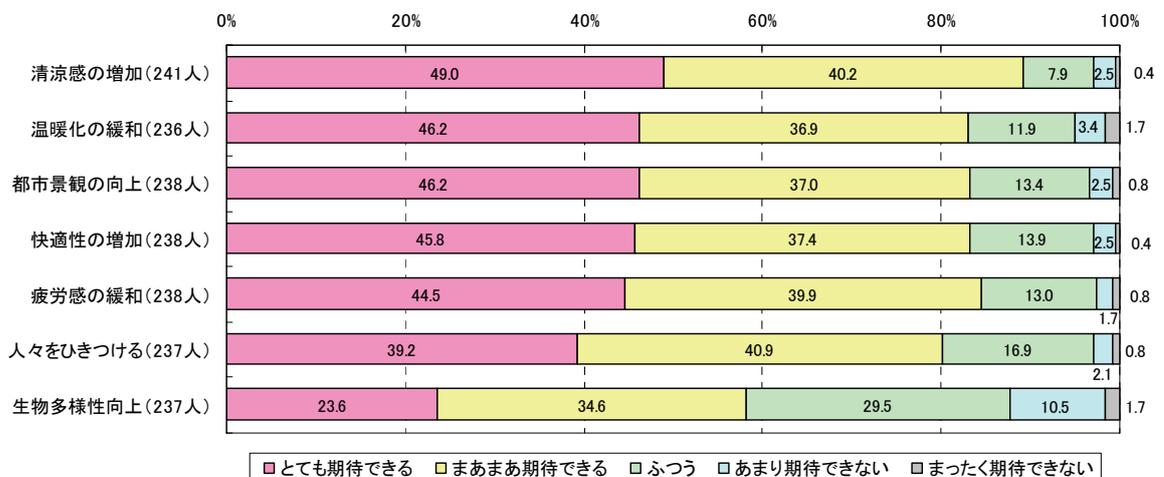


図-5 ヒアリング調査結果