

事業概要

(1) 事業目的

県民まちなみ緑化事業は、平成 18 年度から導入された県民緑税を活用し、住民団体等により実施される植樹や芝生化などの緑化活動を支援することにより、都市部の環境の改善や防災性の向上を図ることを目的としている。

(2) 対象地域

事業の対象地域は次のとおりである。ただし、校園庭の芝生化は県下全域を対象としている。

- ・都市計画法第 7 条に規定する市街化区域
- ・都市計画法第 8 条に規定する用途地域が定められた区域
- ・緑豊かな地域環境の形成に関する条例に規定するまちの区域等

(3) 対象者

事業の対象者は次のとおりである。

- ・自治会、婦人会、老人会などの住民団体
- ・緑化などのテーマを目的として活動する団体、グループ
- ・まとまった面積(100m²以上)の緑化が可能な土地所有者・管理者等

(4) 整備内容

整備内容は、一般緑化（空地等への植樹）、校園庭の芝生化、駐車場の芝生化、屋上緑化・壁面緑化に分類できる。

整備内容	整備目的
一般緑化 空地、広場、公園、土石 採取跡地等への植樹	環境：ヒートアイランド現象の緩和などの環境改善や 周辺地域の景観との調和 修景：周囲の景観を阻害する土地の修景 防災：災害時の避難空間の安全性向上や延焼拡大防止
校園庭の芝生化	環境：ヒートアイランド現象の緩和などの環境改善や 周辺地域の景観との調和
駐車場の芝生化	
屋上緑化・壁面緑化	

(5) 補助対象経費

苗木等購入費、緑地整備費（土壌改良、地盤整備含む）

(6) 補助率

実費相当額を補助している。ただし、苗木等購入費は 100 万円、緑地整備費は 500 万円を補助限度額としている。

(7) 事業期間

事業期間は平成 18～22 年度である。

事業実績

1 年度別の事業実績

平成 18 年度～21 年度に 752 件の補助を実施した。

一般緑化が最も多く全体の 53%、次に多いのは駐車場の芝生化の 24%である。一般緑化が全体に占める割合は年々減少し、校園庭の芝生化の割合が次第に増加している。駐車場の芝生化は毎年度全体の概ね 4 分の 1 を占める。屋上緑化・壁面緑化の件数は少ないが、次第に増加している。

表 年度別事業実績

		H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度	合 計
件 数 (件)		139 (100%)	191 (100%)	202 (100%)	220 (100%)	752 (100%)
件 数 内 訳	一 般 緑 化	94 (68%)	103 (54%)	102 (51%)	101 (46%)	400 (53%)
	校 園 庭 の 芝 生 化	7 (5%)	31 (16%)	38 (19%)	56 (26%)	132 (17%)
	駐 車 場 の 芝 生 化	33 (24%)	47 (25%)	51 (25%)	47 (21%)	178 (24%)
	屋 上 ・ 壁 面 緑 化	5 (3%)	10 (5%)	11 (5%)	16 (7%)	42 (6%)
事業費 (千円)		444,478	536,536	550,878	549,215	2,081,107
植 樹 本 数	高 木 (本)	5,500	4,100	4,100	4,500	18,200
	低 木 (本)	50,400	57,100	91,300	68,800	267,600
	合 計 (本)	55,900	61,200	95,400	73,300	285,800
校 園 庭、駐 車 場 等 の 芝 生 化 面 積 (m ²)		20,300	26,700	34,300	61,700	143,000
壁 面 緑 化 面 積 (m ²)		200	200	0	200	600

2 地域別の事業実績

地域別の実施件数をみると、神戸地域が全体の 3 割(32%)を占め、続いて、阪神南地域(14%)、東播磨地域(12%)が多い。

地域別に特徴をみると、神戸地域と阪神北地域は、一般緑化が全体の約 4 分の 3 を占めている。神戸地域は、他の地域と比べると屋上緑化・壁面緑化の割合が高いことも特徴である。

阪神南地域と東播磨地域はともに一般緑化が最も多く 5 割を占めているが、次に多いものをみると、阪神南地域は駐車場の芝生化で、東播磨地域は校園庭の芝生化である。

北播磨地域は校園庭の芝生化と駐車場の芝生化が多い。

中播磨地域と西播磨地域は、駐車場の芝生化が多いことが特徴である。特に西播磨地域は全体の 3 分の 2 を駐車場の芝生化が占めている。

中播磨地域は、校園庭の芝生化も多いが、一般緑化が少ない。また、屋上緑化・壁面緑化の割合が、神戸地域について高い。

但馬地域と丹波地域は、一般緑化と校園庭の芝生化しか実施されていない。

淡路地域は、それに加えて駐車場の芝生化が実施されている。この 3 地域は実績が少ないが、事業対象となる地域が都市部に比べて少ないためと考えられる。

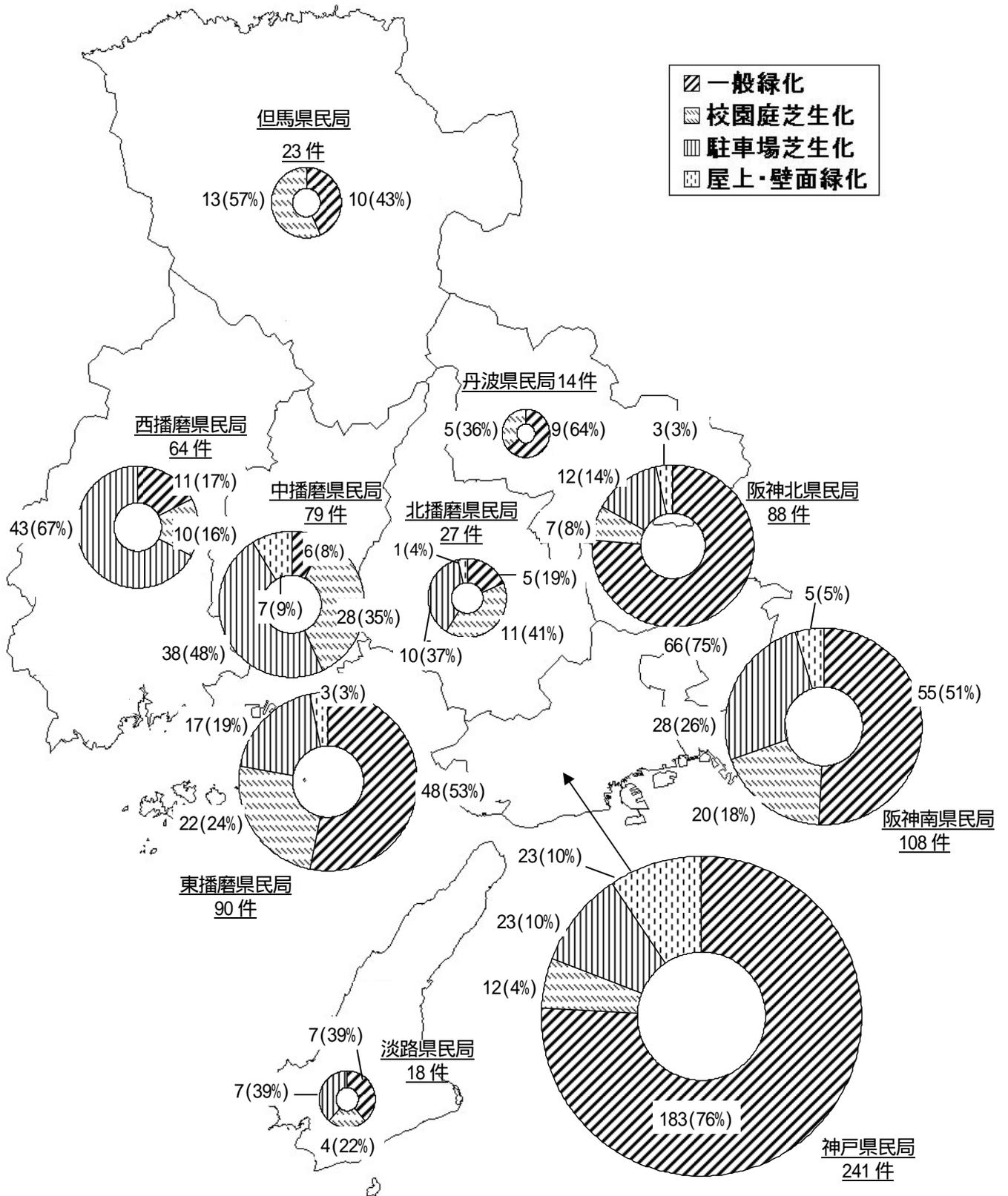


図 地域別（県民局別）事業実績
〔平成 18 年度～平成 21 年度〕
件数ベース

3 緑化手法別の事業実績

3-1 一般緑化

空地、広場、公園、道路や河川沿い、土石採取跡地などへの植樹を行う住民団体等に対し、緑化に係る費用を補助している。

これまでに400件に補助し、計272,300本が植樹された。件数の内訳は、学校・公園内の植樹が約43%、団地内の植樹が25%を占める。

土取り跡地等の植樹は、市街化区域内等に対象地が少ないことから実績は1件のみとなっている。

表 一般緑化の実績

一般緑化		H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	合計
件数		94	103	102	101	400
件数内訳	学校・公園の植樹	57	38	42	36	173
	団地内の植樹	17	29	28	26	100
	施設敷地内の植樹	13	18	10	13	54
	道路・河川沿いの植樹	6	18	22	26	72
	土取り跡地等の植樹	1	0	0	0	1
植樹	高木 (本)	5,500	3,800	3,700	4,300	17,300
	低木 (本)	48,900	50,200	90,200	65,700	255,000

整備事例



《整備後》
沿道の緑化
(神戸市)



《整備後》
住民団体による法面の植樹作業
(神戸市)



《整備前》



《整備後》工場敷地の道路沿いの緑化(尼崎市)



《整備中》住民団体による植樹作業(加古川市)



《整備後》水路沿いの緑化(加古川市)

3-2 校庭の芝生化

県下全域において、学校、幼稚園、保育園等の校庭の芝生化を行うPTAや自治会等に対し、芝生化に係る費用を補助している。

これまでに132件に補助し、88,500m²の芝生化が実施された。

校庭の芝生化の補助件数は年々増加傾向にある。

PTAと生徒等によって芝生化作業が行われることも多く、環境学習への効果も期待されている。

表 校庭の芝生化の実績

校庭の芝生化	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	合計
件数	7	31	38	56	132
芝生化面積(m ²)	2,800	16,900	20,400	48,400	88,500

整備事例



《整備中》生徒も芝生化作業に参加
(加古川市)



《整備後》芝生化された幼稚園の園庭
(加古川市)



《整備前》土の幼稚園の園庭



《整備後》芝生化された幼稚園の園庭
(加古川市)



《整備中》児童も芝生化作業に参加



《整備後》芝生化された小学校の運動場
(豊岡市)

3-3 駐車場の芝生化

駐車場の芝生化を行おうとする駐車場の所有者・管理者等に対し、芝生化に係る費用を補助している。

これまでに 178 件に補助し、41,300m²の芝生化が実施された。

補助を希望する者は年々増加傾向にあり、平成21年度は当初想定約2.7倍となり、整備効果、地域バランス等を考慮したうえで補助案件の選定を行った。

表 駐車場の芝生化の実績

駐車場の芝生化	H18年度	H19年度	H20年度	H21年度	合計
件数	33	47	51	47	178
芝生化面積 (m ²)	8,400	9,800	12,200	10,900	41,300

整備事例



《整備後》ブロックで補強した芝生化
(たつの市)



《整備後》プラスチックマットで補強した芝生化
(高砂市)



《整備前》砂利敷の駐車場



《整備後》ブロックで補強した芝生化
(淡路市)



《整備前》コンクリート舗装の駐車場



《整備後》ブロックで補強した芝生化
(尼崎市)

3-4 屋上緑化・壁面緑化

建築物の屋上や壁面を緑化しようとする建築物の所有者や管理者等に対し、緑化に係る費用を補助している。

これまでに屋上緑化は 36 件、壁面緑化は 6 件に補助し、4,200m²の芝生化等が実施された。

屋上緑化では、原則として立ち入りを可能にしており、地域の交流の場ともなっている。

表 屋上緑化・壁面緑化の実績

屋上緑化・壁面緑化		H18 年度	H19 年度	H20 年度	H21 年度	合 計	
屋上	件 数	3	8	11	14	36	
	植 樹	高木 (本)	0	300	0	0	300
		低木 (本)	1,200	5,600	0	0	6,800
	芝生化面積 (m ²)	200	0	1,700	2,300	4,200	
壁面	件数 (件)	2	2	0	2	6	
	緑化面積 (m ²)	200	200	0	200	600	

整備事例



《整備後》 屋上緑化(伊丹市)



《整備後》
壁面緑化
(姫路市)



《整備前》タイル舗装の屋上



《整備後》 屋上緑化(神戸市)



《整備前》 コンクリートの壁面



《整備後》 壁面緑化(神戸市)

事業検証の取組

1 事業検証の概要

1-1 目標とする緑の機能

県民まちなみ緑化事業は、緑が持つ公益的機能のうち環境保全機能、景観・保健・教育等機能、防災機能の向上を図るため、「環境緑化」、「修景緑化」、「防災緑化」に取り組んでいる。

緑の公益的機能*		県民まちなみ緑化事業の整備目的
環境保全機能	水の貯留・洪水防止・水質浄化	環境緑化・修景緑化
	気候緩和・地温緩和・湿度調節	
	酸素供給・二酸化炭素吸収	
	汚染物質・塵埃の吸着	
	騒音防止・軽減	
	野生生物の保護・生物多様性の育成	
景観・保健・教育等	景観構成	環境緑化・修景緑化
	自然学習・情操等のかん養の場の提供	
	レクリエーション・芸術等の場の提供	
	健康の維持・増進	
防災機能	延焼防止・避難誘導・避難収容	防災緑化
	水食・風食・雪食・山崩れ・風害・雪崩防止	

* 出典：緑の保全のための税検討委員会(2004)『「兵庫県における緑の保全のための税についての検討」最終報告書』,参考資料 pp.1.

1-2 事業検証調査の概要

事業を検証するため、次のような調査を実施した。

(1) 事業実施箇所の現状把握

現地を確認して実施箇所別のカルテを作成し、生育状況等について調査した。

(2) 事業効果の検証

ヒートアイランド現象緩和等環境効果、地域景観の向上効果、防災性の向上効果、環境学習効果等を検証するために、事業実施した住民団体等へのアンケート調査、学校関係者へのヒアリング調査、サーモグラフィ調査（抽出現地調査）、耐火限界距離算定調査（抽出現地調査）、既存文献調査を実施した。

(3) 制度運用の妥当性の検証

事業実施した住民団体等へのアンケート調査や学校関係者へのヒアリング調査を通して、制度運用の妥当性について検証を行った。

2 事業効果

2-1 環境効果

緑化により地表面温度や建築物の屋上表面温度を低下させヒートアイランド現象の緩和に寄与(校庭芝生化:-5、駐車場芝生化:-10、屋上緑化:-30)
これまでに緑地面積を45.9ha増加させ、ヒートアイランド現象の緩和に寄与
事業実施者へのアンケート調査では、校庭の芝生化では52%が、駐車場の芝生化では61%が、屋上緑化では67%が「夏場に涼しくなった」と実感
これまでの県民まちなみ緑化事業の植樹により年間約1,678トン(ガスタンク65基分)の二酸化炭素を吸収(公園約160ha分の吸収量に相当)

(1) ヒートアイランド現象緩和効果

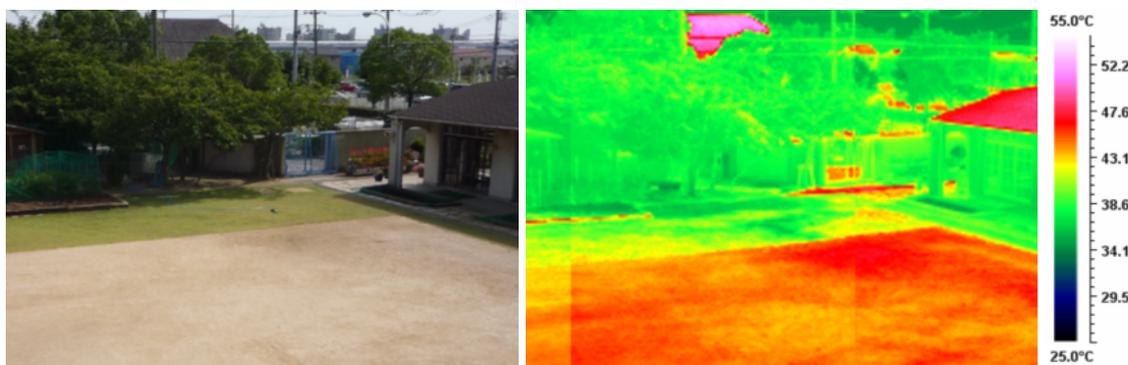
地表面温度の低下

当事業で緑化した校庭、駐車場、屋上について、緑化していない箇所と比較して表面温度がどの程度下がっているかをサーモグラフィ調査により確認した。(サーモグラフィ調査の詳細は4-4-4参照)

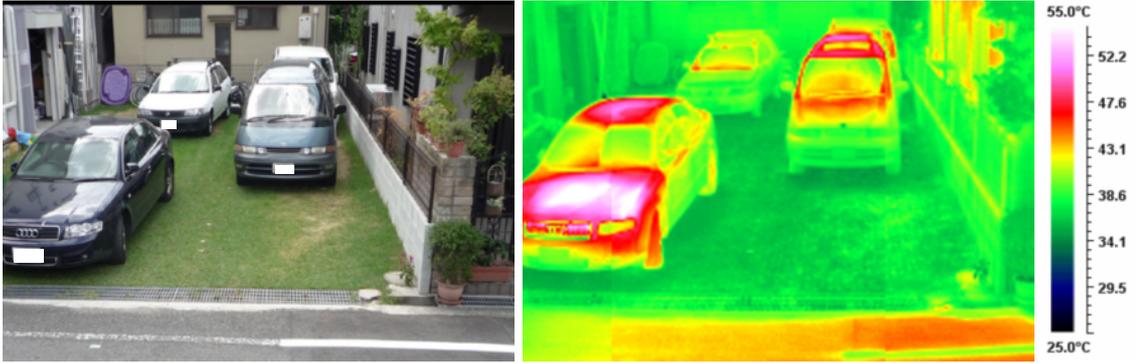
校庭の芝生化、駐車場の芝生化、屋上緑化を実施した箇所をそれぞれ5カ所抽出して、平成21年9月にサーモグラフィ現地撮影を実施し、各緑化手法1カ所の撮影データを解析して平均表面温度を算出した。

その結果、土の校庭を芝生化することによって地表面温度が約5、アスファルトの駐車場を芝生化することによって表面温度が約10、屋上を緑化することによって、緑化していない場合に比べて屋上表面温度が約30低下している事例がそれぞれ確認された。

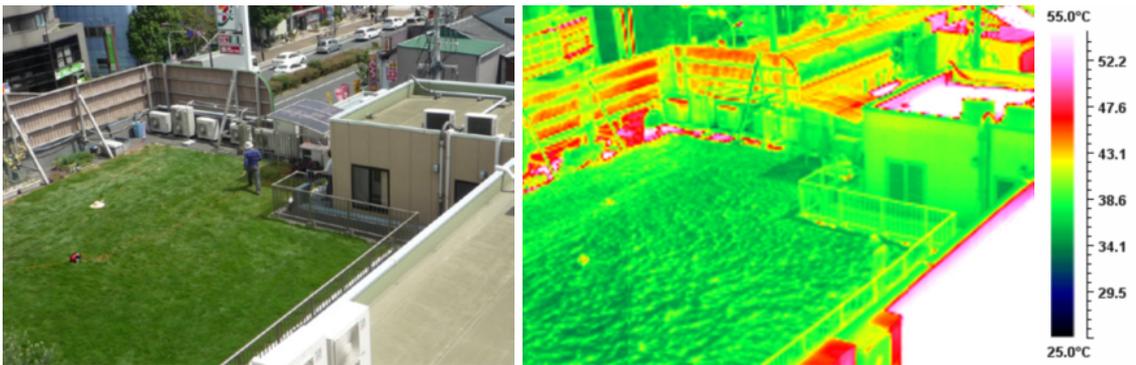
	サーモグラフィ調査による平均表面温度差
校庭の芝生化	芝生部分(42.6)と裸地部分(47.5)の温度差:約5
駐車場の芝生化	駐車場(32.4)と隣接道路(41.9)の温度差:約10
屋上緑化	緑化屋上(38.1)と隣接屋上(66.4)の温度差:約30



校庭の芝生化のサーモグラフィ調査(平成21年9月)



駐車場の芝生化のサーモグラフィ調査(平成 21 年 9 月)



屋上緑化のサーモグラフィ調査(平成 21 年 9 月)

参考：校庭の芝生化によるヒートアイランド現象緩和効果の事例

芝生校庭とダスト舗装校庭の比較調査

2005 年 8 月に東京都環境科学研究所が実施した調査では、芝生校庭はダスト舗装校庭に比べて地表面温度、気温が低く、体感温度においても芝生校庭の有利性（芝生校庭は不快指数が 75 を超える時間がダスト舗装校庭の約半分で、WBGT*が 25 を超える時間も芝生校庭の方が短かった）を示す結果が得られ、校庭の芝生化がヒートアイランド緩和に対して一定の効果を有することが示唆された。

*WBGT(湿球黒球温度)：気温、湿度のほかに輻射熱を取り入れた体感指標。労働や運動時の熱中症予防指標として使われている。WBGT が 21 を超えると熱中症に「注意」、25 を超えると「警戒」、28 以上では「嚴重警戒」されている。

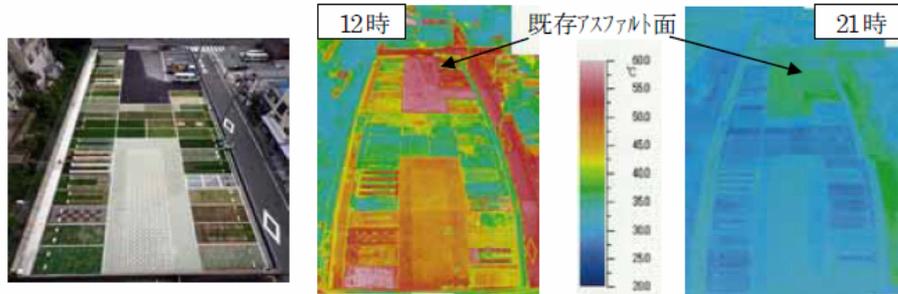
(出典：横山仁(2007)「校庭芝生化のヒートアイランド緩和効果」
財団法人東京都環境整備公社東京都環境科学研究所第 12 回公開研究発表会資料)

参考：駐車場の芝生化によるヒートアイランド現象緩和効果の事例

芝生化した駐車場とアスファルト舗装の平均表面温度差については、本県内で平成 18 年 7 月に行われた実証実験において下記のような結果が得られている。

実証実験の検証結果

- 平成 18 年 7 月 29 日の 12 時と 21 時の赤外線カメラ画像による解析では、アスファルト舗装との平均表面温度差は、12 時で最大 25℃、21 時で 10℃という結果が得られた。



実証実験：兵庫県福祉センターの整備直後写真と平成 18 年 7 月の 12 時と 21 時の熱環境写真

(出典：グラスパーキング兵庫モデル創造事業検証委員会、兵庫県(2008)『グラスパーキング兵庫モデル創造事業 グラスパーキング(芝生化駐車場)普及ガイドライン第 1 次(案)』, pp.1.)

参考：屋上緑化・壁面緑化によるヒートアイランド現象緩和効果の事例

屋上緑化の事例

2003 年 8 月に東京で行った実験では、無処理区の表面温度(図中) が最高約 60 に達するのに対し、屋上緑化の表面温度(図中) は約 35 、屋上緑化下の屋上面の温度(図中) は約 30 となっていた。また、無処理区では、屋上面における 1 日の温度の較差が約 35 に達したのに対して、屋上緑化下では、5 未満であった。

(出典：横山仁(2005)「屋上緑化によるヒートアイランド緩和効果」財団法人東京都環境整備公社東京都環境科学研究所第 10 回公開研究発表会資料)

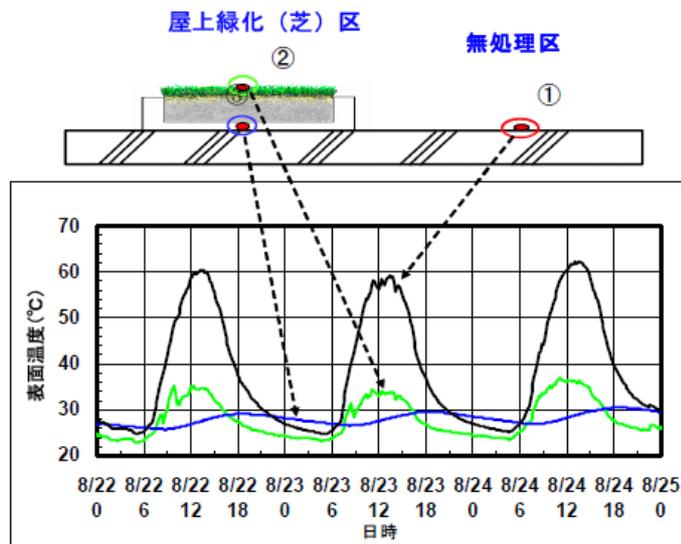


図 屋上緑化による温度低減効果(2003 年 8 月 22 ~ 25 日)

壁面緑化の事例

2008 年に和歌山大学で、つる性植物による壁面緑化(緑のカーテン) の試験設置を行い、植物の成長に伴う建物内外の熱環境改善効果の測定調査を実施したところ、2008 年 9 月 1 日 16 時には、西日の当たった外壁は 50 近いが、植物に被われた面は 30 ~ 35 程度であった。

(出典：山田宏之委員提供資料)

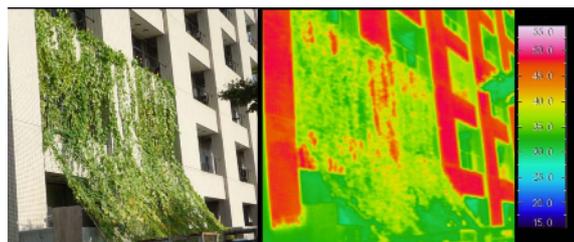


写真 2008 年 9 月 1 日 16 時の建物外側のサーモグラフィ画像

緑地面積の増加による市街地の気温の低下
 県民まちなみ緑化事業により、平成 18 年度から平成 21 年度までの 4 年間に 45.9ha 緑地面積が増加した。

緑地率が増加すると夏季に市街地の昼間の気温が低下するという観測事例があることから、緑地率を増加させることはヒートアイランド現象緩和に役立っており、県民まちなみ緑化事業もその一翼を担っているといえる。

表 県民まちなみ緑化事業による緑地面積増加の実績

年 度	H18	H19	H20	H21	計
県民まちなみ緑化事業(ha)	10.0	9.7	12.1	14.1	45.9

参考：緑地のヒートアイランド現象緩和効果の観測事例

埼玉県栗橋町で 1990 年 8 月に、14 時の気温を測定し、測定点における気温と、その点を中心とした直径 500m の範囲内の緑地率の関係を分析した結果、市街地において直径 500m の範囲内の緑地率が 10% 増加すると、気温が 14 時で 0.21 程度低下した。

(出典：山田宏之(1993)「埼玉県栗橋町における都市気温分布と緑地の夏季の気温低減効果について」『造園雑誌』56(5), pp.331-336.)

涼しさの実感

事業実施者へのアンケート調査では、校園庭の芝生化では 52% が、駐車場の芝生化では 61% が、屋上緑化では 67% が、事業実施により周りのアスファルト道路やコンクリートの建物と比べて「夏場に涼しくなった」と実感していることが確認された。

夏場に涼しさを感じている事業実施者が一定程度いることから、事業実施箇所付近において夏季の温度低下に関する局所的な効果はあると考えられる。

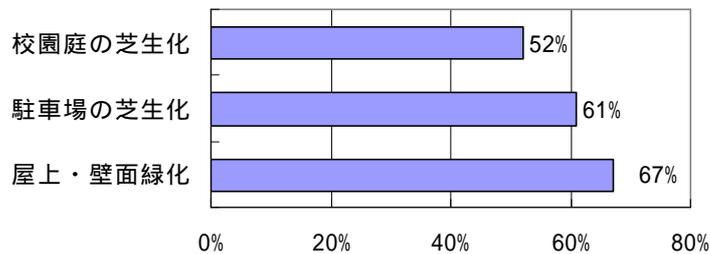


図 夏場に涼しくなったと実感する割合(アンケート調査)

参考：都市における樹林のクールスポット効果の観測事例

夏の日中、樹冠部の大きな樹林の中ではその周辺より気温の低い場合がよくみられる。これは主に、樹冠部による地面への日射の遮蔽と樹冠部葉面における蒸発冷却作用によるものであり、葉や地面の表面温度も低くなっている。この気温や表面温度の低い部分を樹林のクールスポットと呼び、樹林の熱環境に関する指標として、樹林内の代表点における気温と周辺街路の代表点における気温の差を「クールスポット効果」と呼ぶこととする。

1992年8月に、大阪市内の5カ所（大規模樹林：大阪城公園、中規模樹林：靱公園、小規模樹林：大阪駅前第3ビル前プロムナード、南港ポートタウン、参照測定地点：淀屋橋街路）を調査対象とし、樹林における熱環境特性の検討を行った。

その結果、早朝の測定結果では、街路（淀屋橋）との気温差は大規模樹林（大阪城公園）で2.3~2.5程度、中規模樹林（靱公園）で1.1~2.0程度となっており、いずれの樹林も街路より気温の低いクールスポットとなっていることが確認された。また、大規模樹林と中規模樹林では0.5~1.2程度の気温差が生じており、スケールの異なる樹林でのクールスポット形成の違いが確認された。真昼の測定結果では、街路（淀屋橋）との気温差は、大規模樹林（大阪城公園）で0.9~1.6程度、中規模樹林（靱公園）で1.1~1.8程度となっており、いずれの樹林も街路より気温の低いクールスポットとなっていることが確認された。小規模緑地の樹林内とその周辺街路の比較では、若干の気温差が確認された。

(出典：森山正和、河野仁、吉田篤正、宮崎ひろ志、竹林英樹(2001)「都市における樹林のクールスポット効果に関する実測データ解析」『日本建築学会計画系論文集』第541号, pp.49-56.)

参考：風の道

一般に、日本の都市における気流交換は海陸風と山谷風のような局地的循環風が主役である。日中は海風が発達するため沿岸地域は比較的気温の上昇が緩和される。夜間は陸風が発達して新鮮な空気をもたらす、山に接した市街地には山風や斜面風の冷気が市街地に流入する。・・・(中略)・・・具体的には、海風と川筋や街路の方向が一致する場合にはそれに沿って海風は内陸へと侵入する。また、夜間、冷気流（陸風、山風や斜面風）は地形に沿って低地を目指して流れてくる風であり、この風の流れに沿って風の道が形成される。高層低層などのゾーニングや建物配置などによる都市空間の風通しが重要な対策となってくる。

(出典：森山正和(2004)「ヒートアイランド対策の概念」『ヒートアイランドの対策と技術』pp.24.(学芸出版社))

(2) 二酸化炭素低減効果

樹木は二酸化炭素を吸収するため、植樹は二酸化炭素の低減に役立っている。近年、地球温暖化防止のために二酸化炭素低減が必要となっているなか、植樹は地球温暖化防止の一助となっている。しかも、都市の緑化は、多くの人が活動する場所で二酸化炭素低減活動を行うことであり、人々に地球温暖化防止を普及啓発することにも役立つ。

そこで、これまでの県民まちなみ緑化事業の植樹によって、年間どのくらいの二酸化炭素が吸収されるかを推計した。国土交通省の調査*等から、高木一本当たりの二酸化炭素吸収量を 33.4kg-CO₂/年、低木 1 本当たりの二酸化炭素吸収量を 4.0 kg-CO₂/年として、これまでの植樹本数合計 285,800 本（高木 18,200 本、低木 267,600 本）による年間の二酸化炭素吸収量を推計した。

その結果、これまでに当事業で植樹した樹木により、年間約 1,678 トンの二酸化炭素が吸収されていると推計された。これは、直径 30m のガスタンク約 65 基の容量と同等であり、吸収量としては公園約 160ha 分に相当する。

* 国土交通省都市・地域整備局公園緑地・景観課(2009)；国土交通省資料「都市緑化(植生回復)による温室効果ガス吸収量の算定方法について」

** 島根県；環境学習プログラム『まち・むらの緑を調べよう～葉っぱ博士になろう～』pp.8.
平成 14 年度「こども葉っぱ判定士」事業パンフレット

表 県民まちなみ緑化事業での植樹本数

	植樹本数計		
	(本)	高木(本)	低木(本)
平成 18 年度	55,900	5,500	50,400
平成 19 年度	61,200	4,100	57,100
平成 20 年度	95,400	4,100	91,300
平成 21 年度	73,300	4,500	68,800
合 計	285,800	18,200	267,600

< 当事業で植樹した樹木 285,800 本の年間の二酸化炭素吸収量 >

高木	18,200 本	×	33.4 (kg-CO ₂ / 本・年)	=	607,880(kg-CO ₂ / 年)
低木	267,600 本	×	4.0 (kg-CO ₂ / 本・年)	=	1,070,400(kg-CO ₂ / 年)
合 計					1,678,280(kg-CO ₂ / 年)

< ガスタンク換算 >

1,678,280kg-CO ₂ の体積は	
1,678,280kg-CO ₂ × 24/44 (体積重量比) = 915,425 m ³ (20 1 気圧)	
ガスタンク (直径 30m) (14,130m ³) の	
915,425 ÷ 14,130	65 基分に相当

< 公園面積換算 >

東京都の公園の樹木本数*を参考に、公園の平均樹木本数を算出	
高木 200 本 / ha 低木 1,000 本 / ha とする	
樹木本数をもとに公園 1ha 当たりの年間 CO ₂ 吸収量を推計	
高木 200 × 33.4 + 低木 1,000 × 4 = 10,680 (kg-CO ₂ / 年・ha)	
よって公園 1,678,280 ÷ 10,680 = 157.14	160ha に相当
(*出典：東京都公園協会 HP)	

(3) 屋上緑化による消費電力量削減効果

一般的に、屋上緑化することで、夏季に屋上直下階の温度が下がり、エアコンの消費電力が削減できるので、屋上緑化は建築物の省エネルギーに効果があり、ヒートアイランド現象の緩和に一定の効果があるといわれている。実物大建物実験の解析例では、屋上緑化により直下階で消費電力が3割程度削減されたという報告*もある。ただし、建築物の断熱仕様や開口部の状況等により、緑化した屋上の直下階の温度低下や消費電力削減量には大きな差がある。

当事業実施者へのアンケート調査では、屋上緑化を実施した者の67%が「夏場涼しくなった」と実感している。当事業による屋上緑化も、直下階の室での消費電力量削減に一定の効果があると考えられる。

*出典：山田宏之・田中明則・奥田芳雄・一柳隆治(2008)「高保水性外装資材による省エネルギー効果の実物大建物実験と解析」『土木学会環境システム研究論文集』vol.36,pp.419~425.

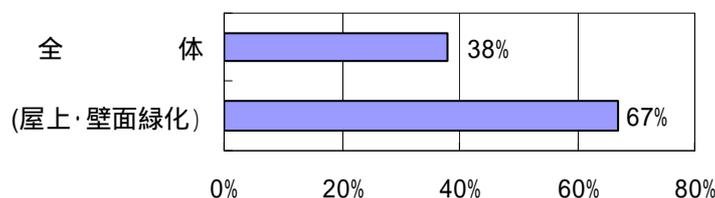


図 夏場に涼しくなったと実感する割合(アンケート調査)

参考：屋上緑化による直下階の消費電力量削減効果の事例

2007年8月12日～15日に、鉄筋コンクリート造3階建て竣工後約40年経過した建築物の屋上に、芝生区、反射塗料区、保水板区、対象区を設定し、それぞれの直下階の室でエアコンを全て28度設定の自動運転にし、日消費電力量を測定して比較した。

その結果、屋上緑化(芝生化)した部分の直下階の電力削減効果は26.3%～36.0%、4日間の平均では30.7%であった。

人工軽量土壌を使った植栽基盤厚60mm(土壌25mm+保水マット35mm)の上にヒメコウライシバを植栽

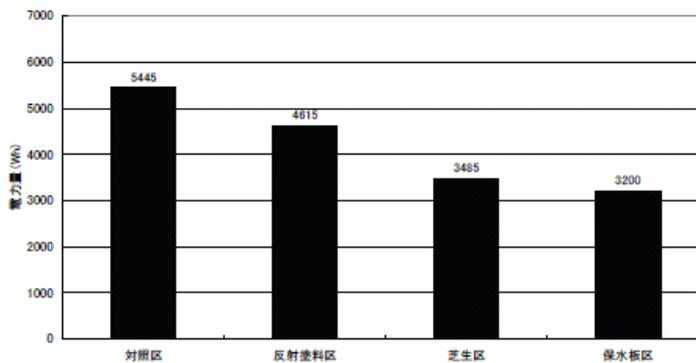


図 日消費電力量の比較(2007年8月13日)

(出典：山田宏之・田中明則・奥田芳雄・一柳隆治(2008)「高保水性外装資材による省エネルギー効果の実物大建物実験と解析」『土木学会環境システム研究論文集』vol.36,pp.419~425.)

参考：壁面緑化による省エネルギー効果の事例

2008年に和歌山大学で、つる性植物による壁面緑化（緑のカーテン）の試験設置を行い、植物の成長に伴う建物内外の熱環境改善効果の測定調査を実施した。2008年9月14日に、緑のカーテンのある室と対象区の室でエアコン使用電力量の比較を行ったところ、午前中から正午にかけてはほとんど差が無いが、西日の影響が出始める午後からは徐々に緑のカーテンを設置した部屋の空調負荷が減少し、直接西日が窓からはいる16時台には消費電力量は37%削減された。

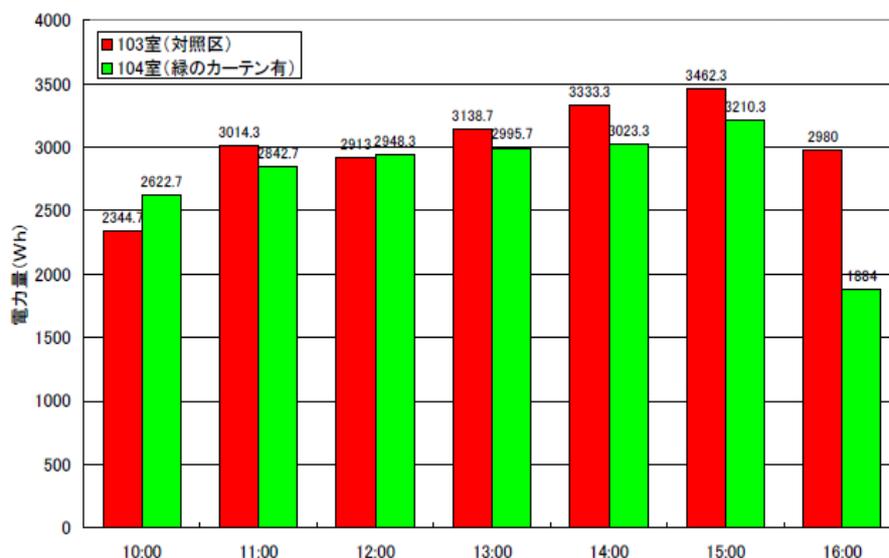


図 2008年9月14日のエアコン使用電力量の比較

(出典：山田宏之委員提供資料)

(4) その他の環境効果

都市の温度上昇は、夏季については、熱中症の増加、熱帯夜の増加、熱雷の発生による局所的な集中豪雨、光化学オキシダントの生成などを、冬季については、国内での熱帯シマカの越冬といった媒介生物の生息域・時期の拡大など、様々な影響を与えると懸念されている。(次表参照)

当事業には、都市の温度上昇を緩和する効果があるため、これらの影響を緩和する効果を有しているといえる。

都市における気温上昇による環境影響項目

影響の分類	影響項目	
	夏季	冬季
1. 健康影響		
1-1 熱ストレスの変化による健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 外部環境生活者(屋外労働、スポーツ)の熱ストレスの増加 幼児、高齢者、経済的弱者の熱ストレスの増加 熱中症以外の諸疾患(循環器系疾患等)の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 幼児、高齢者、経済的弱者の熱ストレスの減少 暖冬化による疾病の減少
1-2 冷暖房の普及による健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 冷房空間の与える生理的影響 冷房空間と屋外環境との往来による熱ストレスの増加 	<ul style="list-style-type: none"> 暖房空間と非暖房空間の往来によるヒートショックの減少
1-3 ウイルス感染による健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 媒介生物の繁殖力の増強(繁殖回数の増加) 気象変化(気温上昇、低湿)によるウイルスの活性化 細菌の増殖・食物の腐敗 	<ul style="list-style-type: none"> 媒介生物の生息域・時期の拡大(国内での熱帯シマカの越冬) 気象変化(気温上昇、低湿)によるウイルスの活性化 地下空間などでの媒介生物の定着
1-4 その他の健康影響	<ul style="list-style-type: none"> 睡眠障害 	<ul style="list-style-type: none"> 低湿度環境における呼吸器疾患の増加
2. 生態影響		
2-1 生育環境(気象条件)の変化	<ul style="list-style-type: none"> 高温、低湿環境による既存植物の成長量の減少 生息域の北上、特定種の減少・増加 都市湾岸の水生生物への影響 	<ul style="list-style-type: none"> 気温較差の減少による休眠の阻害、休眠打破の阻害 生息域の北上、特定種の減少・増加 都市湾岸の水生生物への影響
2-2 生育環境(生物間相互作用)の変化	<ul style="list-style-type: none"> 生物の孵化、生育時期と餌食関係の変化 	<ul style="list-style-type: none"> 生物の孵化、生育時期と餌食関係の変化
3. 気象・大気質への影響	<ul style="list-style-type: none"> 熱雷の発生による局所的な集中豪雨 光化学オキシダントの生成 	<ul style="list-style-type: none"> 混合層内の大気汚染濃度の上昇 積雪量・積雪時期・融雪時期の変化
4. エネルギー消費への影響	<ul style="list-style-type: none"> 冷房需要の増加によるCO₂排出量の増加 水需要の増加 	<ul style="list-style-type: none"> 暖房需要の減少によるCO₂排出量の減少 給湯エネルギー減少によるCO₂の減少

出典：ヒートアイランド現象による環境影響調査検討委員会、社団法人環境情報科学センター（2004）『平成15年度 ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務 報告書』, pp.9.

その他にも、例えば、駐車場の芝生化の事業実施者へのアンケート調査では、「防塵」効果を実感している実施者が39%と、地表面が芝生になったことで防塵効果があらわれている。

また、緑地には騒音軽減効果や大気浄化効果もあるといわれている。

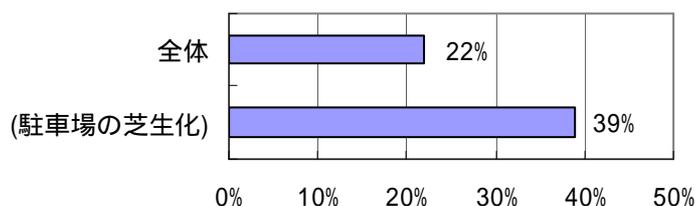


図 防塵効果を実感する割合(アンケート調査)

参考：緑地の騒音軽減効果

騒音軽減効果

- ・密な樹林帯ほど騒音軽減効果は高まる。
- ・これまでの研究例から総合的に判断すると樹林中 10m で 4db 程度の軽減効果が認められる。
- ・地表面が草地の状態であっても、吸音による軽減効果が認められている。この場合中 10m あたり 1~3db 程度である。
- ・実際の道路植栽（生垣状）で測定した結果では、1~2db(A) 程度の軽減がみられた。
- ・なお、人間の耳が音の大きさを感じる限度は約 2db であり、植物による騒音軽減効果は感覚的な効果を加味して考える必要がある。

(出典：建設省建築研究所、財団法人日本緑化センター(1989)「都市における防災緑地システムの計画技術に関する調査報告書」, pp.22.)

心理面での騒音軽減効果

交通騒音と緑効果についての意識調査と交通騒音に対する沿道植栽地の心理的効果についてのビデオを用いた調整法 (method of adjustment) による実験を行った結果、緑視率 (ここでは、写真に写された植栽地とその後方部の関係から画面の緑被部分と非緑被部分との割合を測定したものをいう) 50% の沿道植栽地では約 2db(A)、緑視率 93% では約 5db(A) の効果量 (ここでいう効果量とは、心理実験により得られたデータをもとに交通騒音が心理的に緩和されると思われる数量値のこと) を得た。この約 5db(A) の効果量とは、住民意識調査の結果から住民の 4 割が交通騒音に対する心理的効果を認める数値でもあることが示された。

(出典：白子由起子、田畑貞寿(1985)「交通騒音に対する住民意識と沿道植栽地の心理的効果に関する研究」『造園雑誌』48(5), pp.324-329.)

参考：植物による大気の浄化効果

植物によるガス状汚染質浄化作用は、植物葉等による汚染質の吸着、樹林等による拡散や希釈、緑地の存在による大気の移流などによる。

収着は吸収と吸着にわけられ、大気中の汚染質の量を減らす効果がある。

拡散は半障害物としての植物により汚染質を分散させ、また、希釈は酸素や水蒸気の放出により汚染質濃度を薄める作用である。

建物、道路等と樹林内の気温差により生じる大気の移流は、ガス状汚染質の広範囲の拡散を促す。

植物が粒子状の汚染質を浄化する作用は、地上部にある植物体、特に葉の表面に粒子状汚染質を吸着すること、及び地上部に植物体の汚染質を含む大気の移流に変化を与えることなどによりもたらされる。

(出典：建設省建築研究所、財団法人日本緑化センター(1989)「都市における防災緑地システムの計画技術に関する調査報告書」, pp.18.)

2-2 景観効果

事業実施箇所の景観向上を実感した：全体 77%（一般緑化 82%）
 周辺のまちなみ形成に「役立っている」「やや役立っている」
 ：全体 88%（一般緑化 92%）

(1) 景観向上効果

事業実施者へのアンケート調査によると、77%が実施箇所の景観向上を実感すると共に、88%は実施箇所が周辺のまちなみ形成に「役立っている」または「やや役立っている」と実感していることから、本事業には地域景観向上効果があることが明らかになった。

特に、一般緑化では 82%の事業実施者が実施箇所の景観向上を実感すると共に、92%は実施箇所が周辺のまちなみ形成に「役立っている」または「やや役立っている」と実感しており、景観向上効果が非常に大きい。

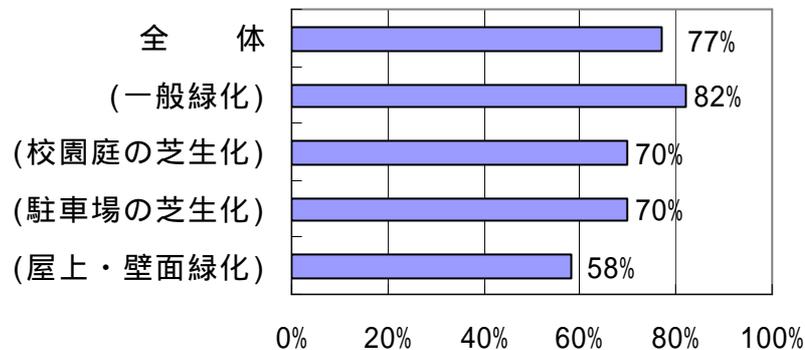


図 実施箇所の景観向上を実感する割合(アンケート調査)

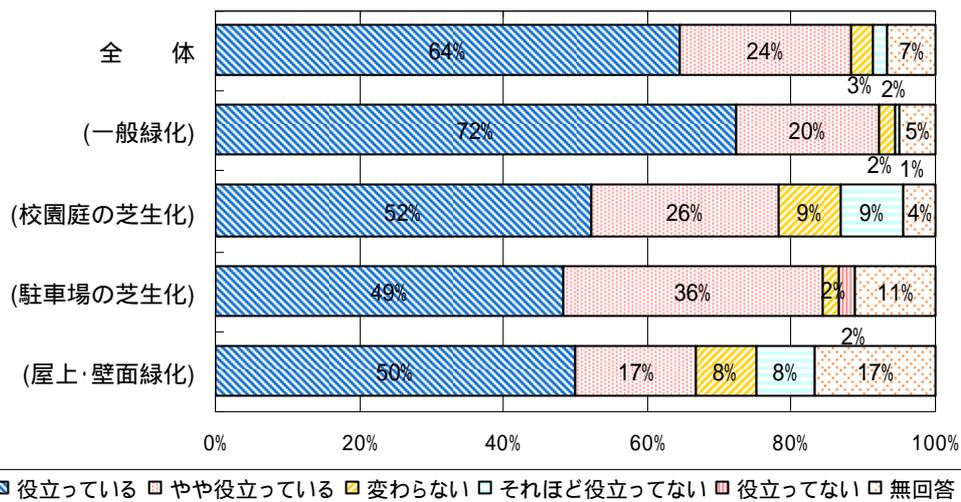


図 周辺のまちなみ形成への貢献を実感する割合(アンケート調査)

(2) シンボルツリー

現地調査の結果、一般緑化で植えた樹木の中で、遠くからでも見える「シンボルツリー」がある箇所が19%あることがわかった。シンボルツリーには、災害が発生して避難する際の目印となったり、地域の景観上のシンボルとなる効果がある。

当事業では、樹種は高木でも苗木を中心に植樹しているため、事業実施者が維持管理を行ってシンボルツリーに育てていくことになる。現段階では19%であるが、今後、シンボルツリーが増加することが期待できる。

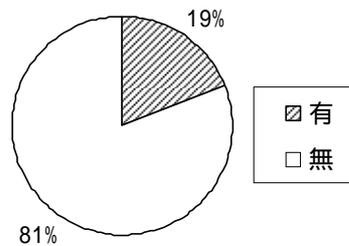


図 シンボルツリーとしての役割の有無(現地調査)

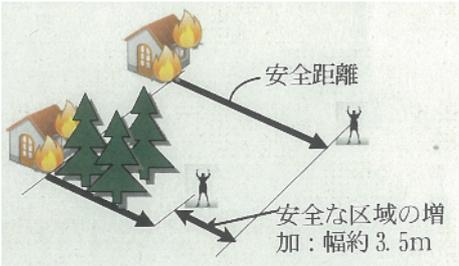
2-3 防災効果

樹木が成長することにより、幅約 3.5mの安全な区域が延べ約 3 km 増加
 (高木 14,100 本の植樹による)
 都市部の地表面をアスファルト等から芝生に変えることで「浸透面」約 44ha
 を創出し、都市の水害リスクを低減

(1) 樹木による延焼防止効果

建物に近接して植樹することで、火災時に建物から出る火炎輻射熱を遮断することができる。

そこで、当事業の一般緑化を実施した箇所から抽出現地調査を実施し、耐火限界距離（建築物の火災時に人が近づくことのできる距離。以下、「安全距離」という。）が、緑化によってどのように変化するかを推計した。方法は次のとおりである。



まず、一般緑化を実施した箇所の中から 6 箇所 10 地点を抽出し、当事業で植えた樹木と隣接する建築物の写真を平成 21 年 7 月に撮影した。

次に、その写真をもとに、隣接する建築物の開口部と屋根立面積、建築物を遮蔽している部分の樹木立面積を算出し、下記の式を用いて調査時点と 10 年後の安全距離を算出した。なお、これらの推計は、兵庫県立淡路景観園芸学校（兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科）ランドスケープエンジニアリング研究室の協力で行った。

その結果、樹木の成長によって、10 年後には、安全距離が概ね 3.5m 程度変化することが判明した。

【安全距離の算定】

火災時に人が近づくことのできる距離の算定については「岩河式」を根拠とする。

$$D = \sqrt{(R \times A) / (r \times 1.5)}$$

D : 安全距離	m	
R : 火災輻射熱	kcal/m ² h	ここでは 50000 適用
A : 建物立面積	m ²	ここでは開口部面積 + 屋根面積
r : 受熱量	kcal/m ² h	人間耐火限界値 2050
: 炎面積比		ここでは 1.5 適用

建物の一部を樹木で遮断すると、受熱側から見た建物立面積は A - T となる。(T = 樹木立面積 m²)

この(A - T)を改めて上記式 A に代入すると、遮蔽後の安全距離が算定できる。

D 値は小さくなり、これが樹木の影響と読み取る事ができる。

この D 値を、火災時に人が近づくことのできる距離 (= 安全距離) とする。

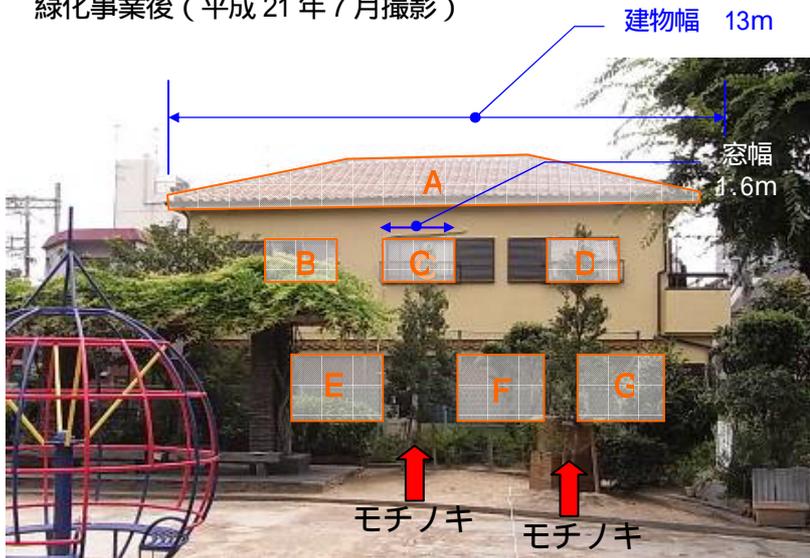
(出典：兵庫県立淡路景観園芸学校ランドスケープエンジニアリング研究室(2010)『まちなみ緑化事業により植樹された樹木の防災効果について 報告書』, pp.1.)

<安全距離の変化>

調査地点	安全距離 (m) (火元住宅まで安全に近づける距離)		
	植樹なし	植栽直後	植樹10年
A-1	8.233	8.233	7.919
A-2	14.616	14.006	9.128
B	10.883	10.656	8.954
C-1	10.745	11.316	7.323
C-2	16.391	14.093	11.613
C-3	19.983	19.799	12.882
D	6.842	6.842	3.595
E	9.978	7.500	7.335
F-1	11.199	9.540	9.280
F-2	10.818	10.272	6.171
合計	119.689	112.255	84.201
平均	11.969	11.226	8.420
植樹なしとの差	-	0.743	3.549

<建築物の開口部等と樹木の立面積：調査箇所の例>

緑化事業後（平成 21 年 7 月撮影）



↑ 県民まちなみ緑化事業による植栽木

□ 開口部

図中の寸法は、現地でのスケールに基づき画像中で計測。

10 年後（緑化事業によるの成長を推計した合成画像）



↑ 合成画像

□ 開口部

10 年後の樹木は、淡路景観園芸学校（兵庫県立大学大学院緑環境景観マネジメント研究科ランドスケープエンジニアリング研究室）で設定

一般緑化実施箇所から、建築物に隣接しない箇所を除くと、これまでに 327 件実施しており、植樹した高木(植樹本数:14,100本)が成長することにより、10年後には、幅約3.5mの安全な区域が延べ約3km分増加することが推計できた。

<安全な区域が増加した緑化幅の算出>

増加した安全な区域(安全距離の変化)の平均値		
10年後:3.549m	3.5m	
安全な区域(幅約3.5m)が増加した箇所の緑化幅		
緑化幅(隣接建物幅)の平均値:9m		
一般緑化のうち道路・河川沿いと土取り跡地を除く箇所数:327件(平成18~21年度)		
よって、9m×327件	2,943m	3km

当事業による比較的小規模な緑地の整備では、市街地大火による延焼の抑止はできないものの、一棟火災時の延焼防止や避難路確保には役立つことから、建築物一棟の火災が市街地全体に燃え広がることを未然に防ぐ一助になるといえる。

阪神・淡路大震災後の調査*でも、公園内や宅地内の樹木群が隣家への延焼を食い止めた事例や、生け垣が輻射熱の遮断や低減に役立ったと見られる事例が報告されている。

* 社団法人日本造園学会阪神大震災調査特別委員会(1995)『公園緑地等に関する阪神大震災緊急調査報告書』,pp.117-123.

(2) 建物倒壊防止・落下物飛散防止効果

阪神・淡路大震災後の調査で、街路樹が家屋の倒壊を支えて道路上への家屋の倒壊を防いだ事例や、ブロック塀が前面にある樹木にもたれかかるようにして止まった事例等が報告され*、これらは交通路確保に役立ったと考えられている。また、建築物周囲の緑地や庭が、エアコンの屋外機器、看板、壁面のタイルや窓ガラスなどの落下物を受け止め、道路などへの飛散防止機能を果たした例があったと報告されている。 ** 当事業での植樹にも、このような防災効果があると期待される。

* 社団法人日本造園学会阪神大震災調査特別委員会(1995)『公園緑地等に関する阪神大震災緊急調査報告書』,pp.117-123.

** 日本造園学会阪神大震災調査特別委員会(1995)「阪神大震災調査特別委員会緊急報告」『ランドスケープ研究』58(3),pp.250~262.

参考：阪神・淡路大震災時の樹木による建物等倒壊被害軽減効果

建物等被害軽減効果の事例は、神戸市灘区、東灘区、芦屋市、西宮市を中心にした調査で57カ所報告されている。しかし、巨大な構造物や大きな建物についての事例が確認できなかったことから過度の期待は禁物であるといわれている。

樹木分類	対象物							総合計
	家屋	ブロック塀	塀	ネットフェンス	電柱	電線	不明	
街路樹	15	0	0	0	0	1	0	16
公園	0	0	0	1	0	0	0	1
庭木	17	14	4	1	2	0	1	39
不明	0	0	1	0	0	0	0	1
件数	32	14	5	2	2	1	1	57

(出典：社団法人日本造園学会阪神大震災調査特別委員会(1995)『公園緑地等に関する阪神大震災緊急調査報告書』,pp.117-123.)

(3) 浸透面の増加による都市型水害発生リスク低減効果

都市化の進展に伴い、緑地等が減少したことなどによって雨水流出量が増加しており、さらに近年の局所的な集中豪雨により、都市部で浸水が頻発する傾向があるといわれている。¹⁾このような都市部の浸水被害をできる限り軽減させるには、下水道整備だけではなく、雨水の貯留・浸透を推進することも重要であるといわれている。²⁾

雨水の浸透を推進するためには、地表に浸透面を増やすことが必要である。アスファルト舗装の駐車場はもとより、グラウンドや裸地も、緑地に比べて浸透能が低いので、浸透面を増やすには地表を緑化することが必要である。³⁾

当事業での植樹や芝生化は、アスファルトや裸地等を植栽や芝生に変えているため、都市における浸透面の増加や浸透能の向上につながり、都市の水害発生リスクを低減することに役立っているといえる。

当事業では、下表のとおり約44haの地表面が浸透面に変わったと推計される。

1)出典：兵庫県県土整備部土木局下水道課HP

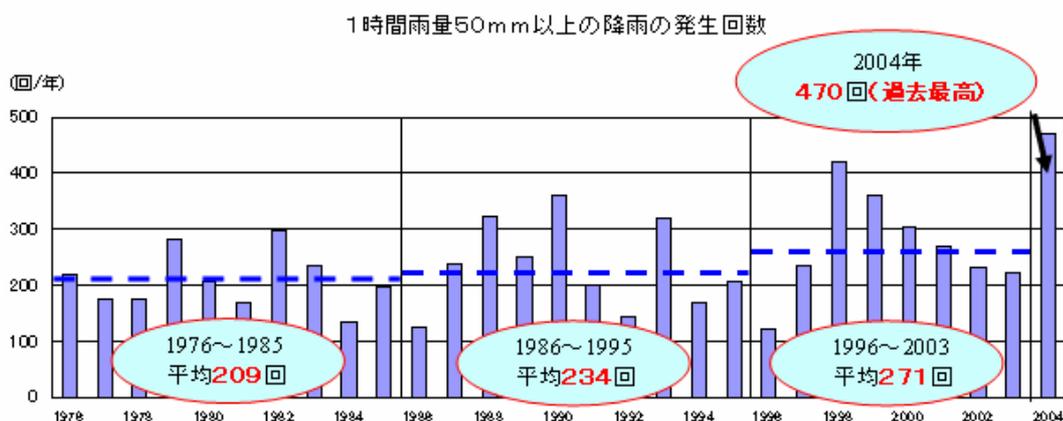
2)出典：国土交通省「平成20年度 国土交通白書」pp.155.

3)出典：東京都総合治水対策協議会(2009)「東京都雨水貯留・浸透施設技術指針」pp.33.

<浸透面増加面積(平成18~21年度)>

校庭の芝生化	88,565m ²	
駐車場の芝生化(緑化部分)	28,872	
その他の芝生化	9,020	
植樹(屋上緑化除く)	309,400	
合計	435,857m ²	44ha

参考：近年の集中豪雨の増加



(1時間降水量の年間延べ発生回数 全国の約1,300地点のアメダスより)

(出典：国土交通省HP <http://www.mlit.go.jp/crd/city/sewage/yakuwari/sinsui.html>)

参考：雨水の浸透

地表面が雨水を浸透させる能力は、土であっても、その土地利用によって異なる。

地表を浸透面にするためには、アスファルトやコンクリートを撤去するだけでなく、緑地に変えることが必要である。

表 土地利用別浸透能評価

土地利用	浸透能(mm/hr)	評価
畑地	130～	良好
林地	60～	
芝地	50～	
植栽	14～100(50)	
草地	18～23(20)	
裸地	1～8(2)	不良
グラウンド	2～10(2)	
造成地	2～50(2)	
透水性舗装	20(歩道)、50(駐車場)	-

注.透水性舗装は、本指針では貯留換算して評価している。

(出典：東京都総合治水対策協議会(2009)

「東京都雨水貯留・浸透施設技術指針」,pp.33.)

また、屋上緑化は、屋上に降った雨水が下水道に流入するまでの時間を遅延させる効果があるといわれている。*

*出典：財団法人都市緑化技術開発機構、特殊緑化共同研究会編(2003)『知っておきたい屋上緑化のQ & A』,pp.24-25. (鹿島出版会)

参考：屋上緑化の雨水排出遅延効果

屋上緑化は、雨水貯留効果と雨水排水遅延効果がある。屋上緑化は土壌の体積比で20～40%程度の雨水貯留効果がある。ただし、前日まで雨が続けている等で土壌中の水分量が飽和していると、その状態からは新たな貯留量は期待できない。

雨水排水遅延効果は、植物が良く茂り、土壌厚の大きな屋上緑化ほど効果が高い。緑化されていない場合と比べると、厚さ6cmの土壌のみで約3分、厚さ6cmの土壌+芝で約6分間の遅延効果があるという実験結果がある。

(出典：財団法人都市緑化技術開発機構、特殊緑化共同研究会編(2003)『知っておきたい屋上緑化のQ & A』,pp.24-25. (鹿島出版会))

2-4 その他の効果

事業実施者へのアンケート調査の結果、39%が「事業実施後に緑や環境に関心を持つようになった」と実感（校庭の芝生化では48%）
 屋上緑化・壁面緑化の実施者へのアンケート調査の結果、67%が「訪問者が増加した」、50%が「地域での評判が向上した」と実感

(1) 環境学習効果

当事業での校庭の芝生化では、児童・生徒が芝生化作業に携わることも多く、児童・生徒の環境学習に役立っている。

また、事業実施者へのアンケート調査で、39%が事業を実施することでまちなかの緑や環境に関心を持つようになったと回答していることから、当事業は大人に対しても環境学習効果があることが明らかになった。特に、校庭の芝生化の実施者は、48%が事業実施後に関心を持つようになったと回答しており、校庭の芝生化は他の緑化手法に比べて環境学習効果が高い。

なお、事業実施者全体では、52%は事業実施前から関心を持っていることから、実施後に関心を持った実施者(39%)と合わせて、事業実施後には全体の91%が環境に関心を持っていることがわかった。

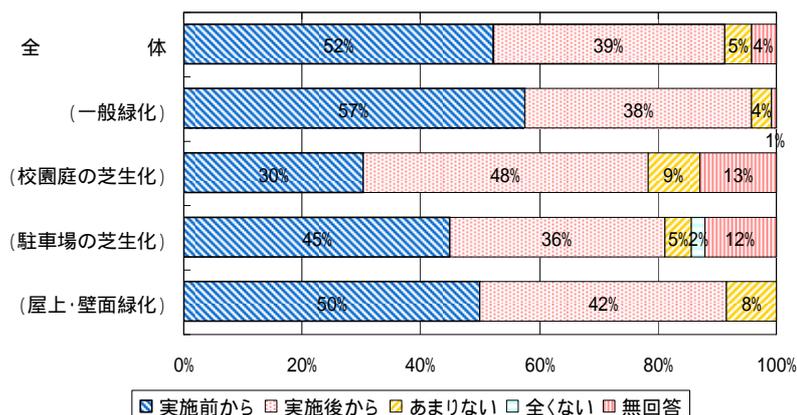


図 環境への関心(アンケート調査)

(2) 教育環境向上効果

事業を実施した小学校等の教員へのヒアリング調査では、夏季の照り返しの抑制や運動場の砂埃の飛散防止に効果があるという意見があった。校庭の芝生化を実施したPTA等へのアンケート調査でも、「防塵」に役立っている、「夏場涼しくなった」と実感する割合がそれぞれ52%であり、ヒアリング結果がアンケート調査によっても裏付けられている。

また、校庭の芝生化はヒートアイランド現象の緩和に寄与し、熱中症の危険性を低下させるといわれている。(2 2-1(1) 「参考：校庭の芝生化によるヒートアイランド現象緩和効果の事例」参照)

このように、校庭の芝生化は保育環境・教育環境の改善に役立っている。

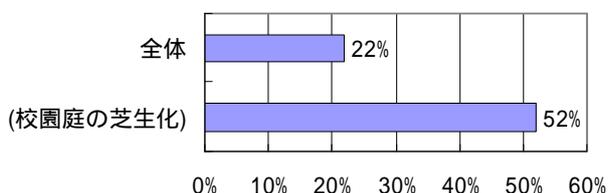


図 防塵効果を実感する割合(アンケート調査)

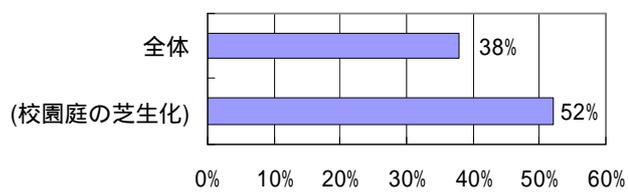


図 夏場涼しくなったと実感する割合(アンケート調査)

(3) コミュニケーション促進・運動能力向上等効果

当事業で校庭の芝生化を実施した小学校等の教員へのヒアリング調査の結果、「外で遊ぶ園児の数が増加した」、「芝生箇所では児童同士が円座して交流する機会が目立つようになった」、「擦り傷などの怪我が少なくなった」との意見があり、当事業でも、芝生化がコミュニケーションの促進などに役立っていることがうかがえた。

また、既存の調査で、運動場の芝生化によって児童のストレス度が減った事例が報告されている。

さらに、和歌山県の小学校では、校庭の芝生化によって50m走の記録が伸びたという事例が報告されており、運動能力向上効果も期待される。

参考：校庭の芝生化と児童のストレス度

同一児童に芝生と土の校庭で5分間の2地点巡回走行運動を行ってもらい、その運動前後に唾液を採取し、ココロメーター（ニプロ社）でアミラーゼ活性測定を行った。その結果、個人差が大きいものの運動によるストレス増加度を平均すると、土校庭より芝生校庭で運動するほうがストレス度は減少しマイナスになった。すなわち芝生校庭で運動すると「快適になる」という結果が得られた。アンケート調査において、児童のほとんどが芝生校庭で運動するほうが「好き」と回答し、その理由は「安全である」、「気持ちがいい」と答えていることを科学的に裏付ける結果となった。

(出典：増山悦子(2007)「校庭の芝生化が環境と子供に与える影響」
『平成18年度県立広島大学重点研究(地域課題解決研究)報告書』)

参考：校庭の芝生化が子どもの社会性の発達に及ぼす効果

校庭の芝生化という学校の遊びの環境を整えることが子どもたちの社会的スキル及び学校内不安にどのような変化が生じるのかについて検討した。具体的には、神戸市のM小学校に在学する4年生から6年生を対象に、子どもたちの遊びの変化をもとにグループ分けを行い、芝生化前、半年後、1年後、1年半後の4時点の休み時間不安、友達関係不安、社会的スキルの程度を比較検討した。

その結果、芝生化後ルールを伴う集団的な遊びが増加することが見出された。集団遊びを好む子どもたちの社会的スキルは高まり、一人遊びをしていた子どもの友達関係不安や休み時間不安の程度が減少する可能性が見出された。校庭の芝生化は子どもたちの遊びを通じた社会性を促進する環境として適切である可能性が示唆された。

(出典：福田美紀・鈴木直人(2009)「校庭の芝生化が社会性の発達に及ぼす効果」『発達研究』
Vol.23.pp.153-162.)

参考：校庭芝生化による運動能力の向上

校庭を芝生化して児童が外で遊ぶことが多くなることで、児童の運動能力向上が期待されているが、読売新聞により和歌山県有田川町立小川小学校での事例が報告されている。

「芝生校庭、俊足に効果・・・和歌山・小川小」

・・・芝生化の効果を調べるため、土のグラウンドだった昨年5月と、芝生化されたあとの同11月で、全児童97人の50メートル走のタイムを比較し、平均値を算出した。

その結果、1年男子が1・03秒短縮して10秒43（全国平均11秒67）、3年男子も0・76秒短縮の9秒29（同10秒19）となった。1年女子では0・89秒、3年女子は0・66秒、6年女子は0・37秒それぞれ短縮した。

男女の全学年で記録がアップし、いずれも全国平均をしのぐ記録。内田敏夫校長は「転んでも痛くないからか、ストライドが大きくなったように感じる。夏にはだして走り回っていたのが、好タイムにつながったのでは」と芝生化効果を強調する。県教委スポーツ課では「成長期であることを差し引いても、半年間で伸びる数字ではない。外で遊ぶ機会が増えたことが要因。運動能力の向上の効果が裏付けられ、今後も芝生化を続けていきたい」と話している。

（出典：2009年2月13日 読売新聞）

(4) コミュニティ形成効果

事業実施者へのアンケート調査の結果、屋上緑化・壁面緑化では、67%が「訪問者が増加した」、50%が「地域での評判が向上した」と実感していることがわかった。

また、都市の緑化は、緑化活動を通じて世代を超えた交流を生み出すなどコミュニティ形成効果があると期待されている。*

*参考：兵庫県(2007)『ひょうご花緑創造プラン』, pp.12.

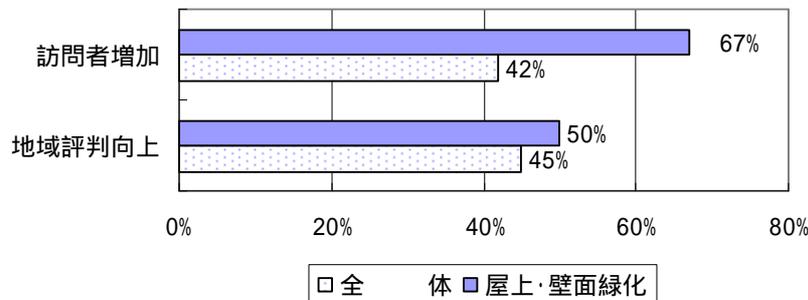


図 利活用面で実感している効果(アンケート調査)

(5) 心理的效果等

都市緑化には、この他にも様々な効果があるといわれている。

例えば、都市における緑量と心理的效果については、景色の中に緑が見える量が高まるにつれ、「安らぎ感」「さわやかさ」「潤い感」などが向上するという調査結果が報告されており、緑にはリラクゼーション効果があるといえる。

また、人々が緑の世話を通じて充実感を味わうなどレクリエーション効果があると期待されている。*

さらに、緑を見ることによって、視覚疲労が軽減、回復されるといわれており、健康増進にも効果があると期待される。

*参考：兵庫県(2007)『ひょうご花緑創造プラン』, pp.12.

参考：都市の緑量と心理的効果の相関関係の社会実験調査

～真夏日の不快感を緩和する都市の緑の景観・心理効果について～

東京都心の再開発地区で行った、都市の緑量と心理的効果の相関関係を解析する社会実験調査結果（調査日：平成16年7月）

緑視率が高まるにつれ、「安らぎ感」「さわやかさ」「潤い感」などの心理的効果が向上する傾向が見られる。

緑視率：日常生活の実感として捉えられる緑の量として、特定方法で撮影した写真の中に占める緑の割合

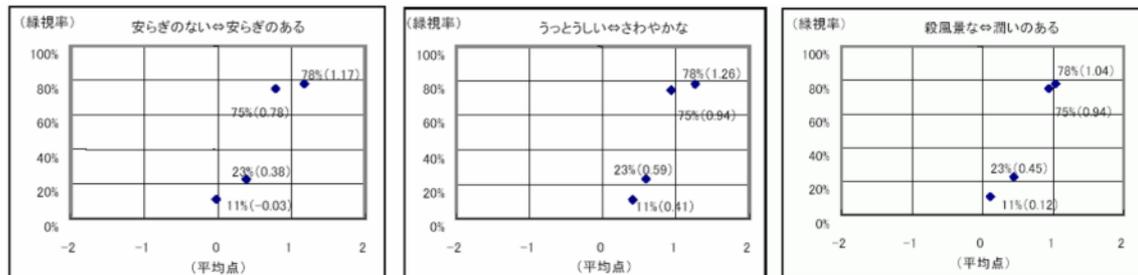


図 アンケート調査を行った4地点の緑視率と、当該場所のイメージの平均点との相関関係
(例)78%(1.17)は、緑視率78%の地点におけるアンケート回答(-2~+2点の選択式)の平均点

(出典：国土交通省 平成17年8月12日記者発表資料)

参考：緑によるVDT作業がもたらす視覚疲労の回復効果

パーソナルコンピュータによるVDT作業を一定時間行った後に、緑を見ることによって視覚疲労が緩和されるのか、さらには模造品の緑によっても同様の効果が得られるのかなどを実験的に検証した。

その結果、鉢物の緑、遠景の樹林、屋上の芝生などの緑を見せることによって、無刺激条件(何もしない)模造品の緑を見せるなどに比べて、フリッカー値の低下(率)は著しく抑制された。このことから、パーソナルコンピュータによるVDT作業の後、植物体の緑を見ることによって、何もしない場合、あるいは模造品の緑を見ることに比べて視覚疲労が明らかに軽減、回復されることが実証された。

(出典：近藤三雄、鳥山貴司(1989)「室内等の緑によるVDT作業がもたらす視覚疲労の回復効果に関する実験的研究」『造園雑誌』52(5)pp.139-144.)

(6) 生物多様性確保効果

都市緑化には、都市内に昆虫や鳥などが生息する環境をつくる生物多様性確保効果があると期待されており、屋上緑化も有効であるとの既存調査結果がある。

参考：生物多様性についての調査事例

大林組は、自社で設計を手がけた大阪市内の商業施設「なんばパークス」(03年竣工)の屋上緑化公園(5,300m²の緑地に約300種の樹木を植え、無農薬で管理。)の生態系調査を実施した。09年6~10月の間に92種類の昆虫と9種類の鳥類を確認し、屋上緑化は生物多様性にも有効であることを実証できたとしている。

(出典：日経BP社『日経アーキテクチャ』2010年2月22日号,pp.10.)

3 費用対効果分析

3-1 経済的評価

県民まちなみ緑化事業の費用対効果は、
投資額約 2.1 億円に対して約 5.8 億円の効果（総事業費の約 2.8 倍）

(1) 環境・景観面の費用対効果 約 32.1 億円

ヒートアイランド緩和機能 (21.6 億円)
屋上緑化、校庭芝生化、駐車場芝生化等による
ヒートアイランド緩和の効果を評価

二酸化炭素低減機能 (0.6 億円)
植樹した樹木による二酸化炭素低減に係る
効果を評価

地価の変動を指標とした環境・景観改善効果の把握 (9.9 億円)
緑地の整備による周辺の環境・景観改善効果を評価

(2) 防災面の費用対効果 約 26.0 億円

延焼防止機能 (11.5 億円)
樹木の成長で確保する避難上安全な区域の
確保に係る効果を評価

都市水害防止機能 (14.5 億円)
浸透面の増加による雨水の調節機能の向上
に係る効果を評価

合 計

58.1 億円

(参考) 同等量の緑地創出に必要な都市公園の整備費用(試算)
事業の実施によって創出された緑地と同等量の
緑地創出に必要な都市公園の整備費用 527.6 億円
(用地費を含む。)

(1) 環境・景観面の費用対効果

ヒートアイランド緩和機能

建物の屋上緑化、校園庭の芝生化、駐車場の芝生化、植樹等の都市の緑化を行った場合、植物や土壌からの蒸発散により、都市の熱エネルギーを一定量低減させる効果が確認されており、ヒートアイランドの緩和に効果があるとされている。

県民まちなみ緑化事業における屋上緑化、校園庭の芝生化、駐車場の芝生化等においても、表面温度の低下が確認されており、同様の効果があったと考えられる。

この効果の経済的評価として、これらの緑化により低減された熱エネルギーと同等量の熱エネルギーを人為的に低減することとした場合に必要な電力料金に換算し、効果額を算出した。

効果額

$$\begin{aligned} & \{ 0.230\text{KWh}/\text{m}^2 \times 10,570\text{m}^2 \quad (\text{屋 上}) \\ & + 0.021\text{KWh}/\text{m}^2 \times 88,565\text{m}^2 \quad (\text{校園庭}) \\ & + 0.021\text{KWh}/\text{m}^2 \times 28,872\text{m}^2 \quad (\text{駐車場}) \\ & + 0.021\text{KWh}/\text{m}^2 \times 9,020\text{m}^2 \quad (\text{その他芝生化}) \\ & + 0.021\text{KWh}/\text{m}^2 \times 309,400\text{m}^2 \} \quad (\text{植 樹}) \\ & \times 6\text{h} \times 90\text{日} \times (400\text{W}/1000\text{W}) \times 28.83\text{円} = 72,137\text{千円} \end{aligned}$$

21.6億円

30年間の効果：2,164,122千円

緑化による熱エネルギーの変化（先行研究における実験結果） (Wh/m²)

	顕 熱			備 考
	通 常	芝生化	差 引	
屋 上	270	40	230	230Wh/m ² = 0.230KWh/m ²
校園庭	83	62	21	21Wh/m ² = 0.021KWh/m ²

顕熱：大気を暖める熱

(出典：東京都環境科学研究所年報(2004)pp.3-9.(2006)pp.104-106.)

駐車場等の芝生化及び植樹については、校園庭の値を用いて試算している。

* 電力料金への換算

同等の熱エネルギー低減に必要な電力料金

$$= \text{熱遮蔽効果(KWh)} \times \text{電力換算比率}(400\text{W}/1000\text{W}) \times \text{電力料金}(28.83\text{円}/\text{KWh})$$

(出典：財団法人都市緑化技術開発機構(1996)『新・緑空間デザイン技術マニュアル』p.46。(誠文堂新光社)。電力料金は、関西電力(2010)『電力量料金』の昼間時間の値を用いた。)

* 県民まちなみ緑化事業による緑化面積

年度	屋上緑化	校園庭の芝生化	駐車場の芝生化 (緑化部分)	その他の芝生化	植樹 (屋上緑化除く)
18	780m ²	2,824m ²	5,834m ²	8,915m ²	79,600m ²
19	5,800	16,897	6,893	0	63,750
20	1,713	20,400	8,536	0	86,650
21	2,277	48,444	7,609	105	79,400
合計	10,570	88,565	28,872	9,020	309,400

二酸化炭素低減機能

県民まちなみ緑化事業の植樹による二酸化炭素の低減効果が確認されている。

この二酸化炭素低減効果の経済的評価として、同等量の二酸化炭素排出権を排出権取引価格で購入した場合に必要な費用に換算し、効果額を算出した。国内での取引実績は少ない状況にあるが、国内での経済的価値を把握するため、環境省が発表した国内における取引実績値を用いて算出した。

効果額

1,212 円 × 1,678t = 2,033,736 円

30 年間の効果 : 61,012,080 円

0.6 億円

* 二酸化炭素の排出権取引価格 : 1,212円 / トン

(平成21年環境省「自主参加型国内排出量取引制度」平均価格)

* 県民まちなみ緑化事業による二酸化炭素の低減量

: 約 1,678トン / 年 (平成18~21年度の植樹による年間低減量)

参考：二酸化炭素の排出権取引

排出権取引とは、一定量の排出枠を交付することにより国内の企業が排出削減に取り組むとともに、排出枠の過不足分を企業間で自由取引する制度で、市場メカニズムを活用することにより、最小コストで一定の削減量を実現することを可能とする、費用対効果の高い温暖化対策の一つとされている。

「自主参加型国内排出量取引制度」の取引実績 (環境省)

(1) 取引期間

2006年4月から2007年8月31日までの取引

(2) 取引データ (環境省が提供する排出量取引仲介サービスを利用した取引)

取引量の合計...17,987 t CO₂

平均取引単価...1,212円 / t CO₂

(出展：環境省(2009)「自主参加型国内排出量取引制度(第1期)の排出削減実績と取引結果について」(平成19年9月11日報道発表資料))

地価の変動を指標とした環境・景観改善効果の把握

都市の緑地の整備が、周辺の地価に与える影響に係る研究結果では、100m²の緑地整備を行った場合、周辺の地価が上昇(半径50m内の地点では2.8%)していることが確認されている。

県民まちなみ緑化事業で100m²以上の新たな緑地整備を行った箇所について、周辺の地価が、こうした研究結果と同様に上昇したとして効果額を算出した。

効果額

$$(3,080 \text{ 円} \times 7,850 \text{ m}^2) \times 4 \text{ 1 件} \\ = 991 \text{ 百万円}$$

9.9億円

* 100m²以上の纏まった緑地を新たに整備をした件数：41件
(平成18～21年度)

* 平均地価：110千円/m²

- ・平成21年度兵庫県地価調査. 県内調査地点の平均値：117千円/m²
- ・平成22年地価公示. 県内調査地点の平均増減率：2.16%
- ・平均地価 = 117千円/m² × 2.16% = 110千円/m²

* 土地1m²当たりの地価上昇額

$$\text{半径50m内の地点：} 110 \text{ 千円/m}^2 \times 2.8\% = 3,080 \text{ 円}$$

* 土地の面積

$$\text{半径50m内の土地：} 7,850 \text{ m}^2$$

参考：緑地の整備が地価に与える影響

都市の緑地整備が周辺の地価に与える影響

川崎市の1989年の公示地価を分析した研究結果では、100m²の緑地整備を行った場合周辺の地価が緑地施設から半径50m内の地点では2.8%上昇していることが報告されている。(ただし、半径50～200m内では0.2%の上昇となっている。)

* 推定式(ヘドニック・アプローチ)

- ・被説明変数：公示地価(142地点)
- ・説明変数：[客観変数] 緑地施設、迷惑施設、商業施設、騒音、
都心までの時間、沿線鉄道、行政区
[主観変数] 空気のきれいさ、街の落ち着き、利便性等
(いずれも、周囲半径50m内、半径50～200m内の状況)

(出展：肥田野登(1997)『環境と社会資本の経済評価』pp.96-97.(勁草書房)

矢澤則彦・金本良嗣(1992)「ヘドニック・アプローチにおける変数選択」
『環境科学会誌』5(1), pp.45-56.)

(2) 防災面の費用対効果

延焼防止機能

建物に近接して植樹することで、火災時に建物から出る火炎輻射熱を遮断することができる。県民まちなみ緑化事業の実施箇所から抽出調査(10地点)を実施し、耐火限界距離(建築物の火災時に人が近づくことのできる距離。以下、「安全距離」という。)が、緑化によってどのように変化するかを推計した(斉藤委員・兵庫県立大学教授)。

その結果、安全距離は、植樹直後には約0.7m、植樹から10年後には約3.5m変化していることが確認された。

そこで、同様に建物に近接して植樹した箇所でも、同様の効果が期待できるものと仮定し、これらの植樹による延焼防止機能の経済的評価として、同等量の安全な土地を購入し確保するために必要な費用に換算し、効果額を算出した。

効果額

$$110\text{千円}/\text{m}^2 \times 3.549\text{m} \times 9\text{m} \times 327\text{件} \\ = 1,148,918\text{千円}$$

11.5億円

* 平均地価：110千円/m²

- ・平成21年度兵庫県地価調査. 県内調査地点の平均値：117千円/m²
- ・平成22年地価公示. 県内調査地点の平均増減率： 2.16%
- ・平均地価 = 117千円/m² × 2.16% = 110千円/m²

* 安全距離の変化

- ・植樹直後 0.743 m
- ・植樹10年後 3.549 m

* 緑化幅

緑化幅の平均：9 m (平成 18～21 年度施工 抽出調査箇所の平均)

* 延焼防止効果が認められる植樹

年度	件数	本数
平成 18 年度	87 件	3,599 本
19	85	3,110
20	80	3,443
21	75	3,922
合 計	327	14,074

都市水害防止機能

植樹や芝生化により、従前のアスファルトやコンクリート等の地表面が浸透面となることにより、雨水の下水道への流入を抑制することができ、都市型水害の発生リスクを低減させることができる。

この都市水害防止機能の経済的評価として、同等量の雨水の貯留が可能な施設を整備するために必要な費用に換算し、効果額を算出した。

効果額

$$148 \text{ 百万円} \times (435,857 \text{ m}^2 \times 0.048 \text{ m}^3/\text{m}^2) / 2,130 \text{ m}^3 = 1,453 \text{ 百万円}$$

14.5 億円

* 浸透面の増加：435,857m²

年度	校庭の芝生化	駐車場の芝生化 (緑化部分)	その他の芝生化	植樹 (屋上緑化除く)	合計
18	2,824m ²	5,834m ²	8,915m ²	79,600m ²	97,173m ²
19	16,897	6,893	0	63,750	87,540
20	20,400	8,536	0	86,650	115,586
21	48,444	7,609	105	79,400	135,558
合計	88,565	28,872	9,020	309,400	435,857

注) 当事業の駐車場の芝生化は、駐車区画での補強材の使用等を考慮して緑化率を概ね50%以上にすることを要件にしており、駐車区画の平均的な緑化率から緑化部分を28,872m²と算定。

* 浸透能力：(芝地・植栽地) 0.05 m³ / m²
(裸地) 0.002m³ / m²

裸地の芝生化による浸透能力の向上：0.05-0.002=0.048m³ / m²

いずれも、東京都総合治水対策協議会(2009)「東京都雨水貯留・浸透施設技術指針」に基づき、洪水到達時間(降雨継続時間)を1時間とした土地利用別浸透能評価によった。

* 神戸市春日野公園雨水貯留施設
：貯留量 2,130m³ (建設費148百万円)

(参考) 同等量の緑地創出に必要な都市公園の整備費用(試算)

県民まちなみ緑化事業の実施によって約45.9haの緑地が創出された。これと同等量の都市公園の整備で創出することとした場合に必要な経費を試算すると次のとおりとなる。

同等量の緑地創出に必要な経費

$$5,000\text{円}/\text{m}^2 \times 458,800\text{m}^2 + 50,468,000\text{千円} \\ = 52,762,000\text{千円}$$

527.6億円

* 平成20年度の兵庫県下の都市公園整備状況

整備箇所：91箇所

整備面積の計：1,467,300m²

整備事業費の計：7,485,444千円

* 都市公園の整備事業費

$$1\text{m}^2\text{当たりの整備事業費} = 7,485,444\text{千円} / 1,467,300\text{m}^2 \\ = 5,102\text{円}/\text{m}^2 \quad 5,000\text{円}/\text{m}^2$$

* 県民まちなみ緑化事業により創出された緑地面積

年度	植樹面積	芝生化面積	合計
平成18年度	80,200m ²	20,300m ²	100,500m ²
19	69,550	26,700	96,250
20	86,650	34,300	120,950
21	79,400	61,700	141,100
合計	315,800	143,000	458,800

約 45.9ha

* 用地費の試算

$$110\text{千円}/\text{m}^2 \times 458,800\text{m}^2 = 50,468,000\text{千円}$$

3-2 経済波及効果等

県民まちなみ緑化事業の経済波及効果は事業費の約 1.46 倍
県民まちなみ緑化事業の雇用者誘発数は 174 人分

(1) 経済波及効果

県民まちなみ緑化事業の実施による県内産業への影響など、地域経済への波及効果を地域産業連関表を用いて推計したところ、原材料投入による一次間接波及効果や雇用者所得の増加による二次間接波及効果を含め、事業費の約 1.46 倍の経済波及効果が確認された。

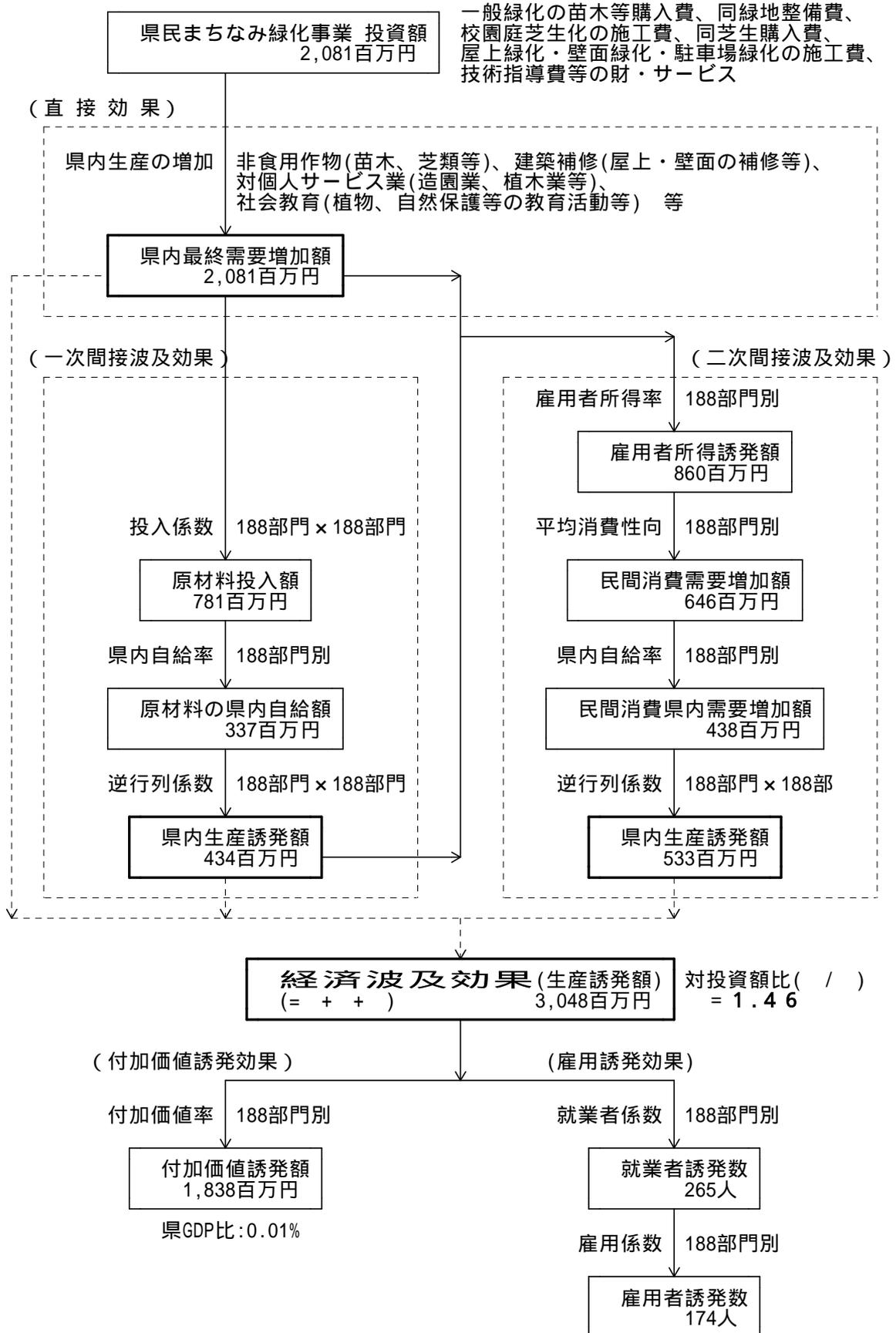
* 県民まちなみ緑化事業の経済波及効果(平成 18～21 年度)	
	3,048 百万円
	(対事業費 1.46 倍)
(内訳)	
県内最終需要増加額	2,081 百万円
一次間接波及効果(原材料投入波及効果)	434 百万円
二次間接波及効果(所得創出・分配効果)	533 百万円

(2) 雇用誘発効果

県民まちなみ緑化事業の実施による雇用誘発効果を地域産業連関表を用いて推計したところ、造園業、植木業等の対個人サービスや建設補修部門を中心に、次のとおり就業及び雇用の誘発が確認された。

* 雇用誘発効果	
就業者誘発数	265 人分
雇用者誘発数	174 人分

< 県民まちなみ緑化事業の経済波及効果の推計について >



[21年度末現在]

(単位:千円)

事業規模		平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	合計
一般緑化	苗木等購入費	4,568	4,641	3,699	2,293	15,201
	緑地整備費	193,545	168,669	190,285	160,945	713,444
特殊緑化	校園庭の芝生化	13,331	49,802	63,060	83,722	209,915
	同 芝生購入費	0	0	0	4,116	4,116
	屋上・壁面緑化	25,849	47,831	32,757	49,178	155,615
	駐車場の芝生化	115,440	172,294	179,656	172,448	639,838
技術指導等	協会委託料	73,206	69,709	61,634	56,176	260,725
	その他事務費等	18,539	23,590	19,787	20,337	82,253
計		444,478	536,536	550,878	549,215	2,081,107

(単位:千円)

経済効果		平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	合計	
直接効果	県内最終需要増加額(C)	444,478	536,536	550,878	549,215	2,081,107	
	一次間接波及効果	原材料投入額	159,977	205,867	206,300	208,666	780,810
		県内需要増加額	71,634	87,909	88,776	88,735	337,055
		県内各産業への生産波及額	92,219	113,237	114,208	114,170	433,833
二次間接波及効果	雇用者所得誘発額	184,885	222,739	227,146	225,641	860,411	
	民間消費需要増加額	138,849	167,277	170,587	169,456	646,169	
	民間消費県内需要増加額	94,196	113,482	115,727	114,960	438,366	
	県内各産業への生産波及額	114,455	137,889	140,617	139,685	532,647	
経済波及効果	生産誘発額(B)	651,152	787,662	805,703	803,070	3,047,587	
	B / C	1.465	1.468	1.463	1.462	1.464	

(参考)

(単位:千円)

付加価値誘発額	399,911	470,355	486,363	481,665	1,838,293
---------	---------	---------	---------	---------	-----------

(単位:人)

雇用誘発効果		平成18年度	平成19年度	平成20年度	平成21年度	合計
就業者誘発数	57	67	71	70	265	
雇用者誘発数	37	45	46	46	174	

* 県民まちなみ緑化事業の事業経費をもとに、兵庫県統計課(2009)『兵庫県産業連関表(2005年値 188部門表)』の値を用いて推計を行った。