建設業における市区町村別 CO2 排出量の推計

Estimating CO2 emission about construction industry in all-Japan municipalities

中口　毅博*・飯田　俊洋**
Takahiro NAKAGUCHI and Toshihiro IIDA

要旨：本研究は、まず建設物の建設および土木工事による都道府県別ＣO2 排出量を推計するとともに、全国すべての市区町村の建設物の建設によるＣO2 排出量を推計した。2004 年の市区町村別の建築物の建設時における排出量の推計結果をみると、太平洋ベルト地帯にＣO2 排出量が多い市区町村が分布していた。また、723 市区の 1990 年と 2004 年の建築物の建設時におけるＣO2 排出量を比較したところ、ＣO2 排出量が増加した市区が 96（13%）、減少した市区が 627（87%）であり、減少した市区が増加した市区よりもはるかに多いことが明らかになった。

キーワード：建設業，温暖化防止対策，市町村

Abstract： This research aims to estimate the amount of CO_2 emission from construction work and civil engineering in prefectures and CO_2 emission from construction work in all-Japan municipalities. In 2004, municipalities that have emitted huge amount of CO_2 are located in The Pacific Belt Zone. Comparing with 2004 emission with 1990 in 723 cities and wards, 96 (13%) cities and wards are increasing emission, and 627(87%) cities and wards are decreasing emission. It is clear that far many cities and wards are decreasing emission than increasing cities and wards.

Key Words： Construction Industry, Global Warming Prevention Policies, Municipal Level

はじめに

京都議定書の約束期間の初年度である 2008 年まであと 1 年となった。しかし日本の 2005 年度の温室効果ガス排出量は、基準年と比べ 8.1%上回っており [1]、その削減が急務である。特に家庭部門、業務部門、運輸部門からの排出量が増加しており、市町村レベルでの温暖化防止対策が不可欠である。全国全市町村のＣO2 排出量はこれまで、家庭部門、業務部門、運輸部門、製造業、農業について推計されてきたが（環境自治体会議環境政策研究所, 2006）、建設業に関しては市町村別の推計値を算出した例がない。建設業のＣO2 排出量は、日本全体のＣO2 排出量の 1%を占めるにとどまり、温暖化対策として必ずしも重要とはいえないが、国際的にみて、日本の建設投資は高水準にある。また市町村によっては建設業からの排出だけで他の市町村の総排出量を上回る場合も考えられ、決して無視できるものではない。(社)日本建設業団体連合会など 3 団体は、建設業の環境保全自主行動計画第 3 版の中で、施工段階において『二酸化炭素排出量を 1990 年度を基準として 2010 年度までに 12%削減する』という目標を掲げている [2]。

そこで本研究では、まず建設物の建設および土木工事の都道府県別ＣO2 排出量を推計するとともに、全国すべての市区町村の建設物の建設によるＣO2 排出量を推計し、その分布や推移を明らかにすることを目的とする。

建設業からのＣO2 排出量を都道府県別に算出した研究としてこれまで、加藤・三浦ら(1999)の研究がある。また、全国レベルの建設・土木工事からのＣO2 排出量の研究として、酒井・漆崎ら（1997）のものがあるが、いずれの研究も市区町村別に算出はしていない。

１．研究の方法

１．１　研究の対象

本研究で扱う建設業によるＣO2 排出量は、建設物の建設時および土木工事におけるＣO2 排出量を算定するものであって、建設業の事務所等で排出されるＣO2 排出量は含まない。また、工事に伴う直接的ＣO2 排出量を推計するものとし、燃料の採取段階、輸送段階や供用段階の排出量は対象外とする。推計年次は京都議定書の基準年である 1990 年と研究時点で入手可能な最新データであった 2004 年である。

１．２　推計の方法

1.2.1　建築物の建設時におけるＣO2 排出量

本研究で推計の基礎とする統計は建築統計年報（建設物価調査会，2006）である。建築統計年報には市区町村別、都道府県別、構造別（木造、SRC 造：鉄骨鉄筋、RC

* 芝浦工業大学　システム工学部　環境システム学科
** 筑波大学大学院 生命環境科学研究科　環境科学専攻

造：鉄筋、S 造：鉄骨、CB 造：ｺﾝｸﾘｰﾄﾌﾞﾛｯｸ、その他の 6 種類）の建築物の工事費予定額が記載されている。また都道府県については建物用途別に 1990 年が 9 種類、2004 年が 18 種類に分類されている。一方工事費予定額から燃料使用額を求めるため、1990 年と 2000 年の建設部門分析用産業連関表（建設物価調査会，1994；2004）を用いる [3]。建設部門分析用産業連関表の投入係数表により、工事費予定額あたりの燃料使用額が推計できる。ただし産業連関表の用途分類と建築統計年報の用途分類は異なるため、対応テーブルを作成した。例えば、建築統計年報の居住産業併用建築物(木造)は、産業連関表の住宅建築（木造）と木造事務所の投入係数の平均をとった。燃料の投入係数はガソリン、灯油、軽油、A重油、B・C重油、液化石油ガス、事業用電力、都市ガス、熱供給業の 9 種類である。それぞれの燃料ごとに工事費予定額に投入係数を乗じて出した燃料使用額は、名目価格であるため、エネルギー・経済統計要覧（省エネルギーセンター，2006）の燃料ごとのデフレータを乗じて 2000 年基準の実質価格に修正した。

さらに産業連関表の物量表（経済統計情報センター，2004）により単価の逆数を乗じて燃料使用量に換算し、発熱量およびＣO2 排出係数を乗じてＣO2 排出量を求めた。都道府県別のＣO2 排出量の推計式は次式のとおりである。

$$E_i = \sum_n \sum_j \sum_k p_{inj} \cdot \rho_k \cdot d_k \cdot \mu_k \cdot \theta_k \cdot \varepsilon_k$$

E_i ：i 都道府県の建築物建設による CO_2 排出量
n ：建築構造　j ：用途　k ：燃料　P_{inj} ：i 県 n 構造 j 用途の工事費予定額　ρ_k ：燃料 k の投入係数
d_k ：燃料 k のデフレータ　μ_k ：燃料 k の単価の逆数
θ_k ：燃料 k の発熱量　ε_k ：燃料 k の CO_2 排出係数

次に都道府県別ＣO2 排出量から市区町村別排出量を推計する。まず都道府県別にＣO2 排出原単位を算出する。ＣO2 排出原単位は構造別燃料別の各都道府県のＣO2 排出量を構造別の建築物の工事費予定額で除したものである。このＣO2 排出原単位を建築統計年報の市区町村別の構造別工事費予定額に乗じ、市区町村別の建築物の建設時におけるＣO2 排出量を推計した。推計式は次式のとおりである。

$$F_{il} = \sum_k \sum_n p_{inl} \cdot \eta_{ink} \qquad \eta_{ink} = e_{ink} / p_{in}$$

F_{li} ：i 県 l 市区町村の建築物建設による CO_2 排出量
p_{inl} ：i 県 n 構造 l 市区町村の工事費予定額
η_{ink} ：i 県 n 構造 k 燃料の CO2 排出原単位(t-CO2/円)
e_{ink} ：i 県 n 構造 k 燃料の CO2 排出量　p_{in} ：i 県 n 構造の工事費予定額

なお、2004 年の工事費予定額はすべての市区町村についてデータが存在するが、1990 年については町村のデータが存在しない。また 1990 年から 2004 年までの間に合併などで消失した市区町村や分割された区が存在するので、これらは推移比較の対象から除外し、723 の市区についてＣO2 排出量の増減率を算出した。

1.2.2　土木工事におけるＣO2 排出量

土木工事については建設工事受注動態統計調査報告(2006)から都道府県別に、26 種類の工事目的別の請負契約額が把握できる。しかし市区町村については統計が存在しないので、土木工事については都道府県までの推計とした。推計式は以下のように、建築物建設の場合の工事費予定額を請負契約額に入れ替えたものとなる。

$$C_i = \sum_j \sum_k p_{ij} \cdot \rho_k \cdot d_k \cdot \mu_k \cdot \theta_k \cdot \varepsilon_k$$

C_i ：i 都道府県の土木工事による CO_2 排出量
j ：工事目的　k ：燃料　P_{ij} ：i 県 j 目的の請負契約額　ρ_k ：燃料 k の投入係数　d_k ：燃料 k のデフレータ　μ_k ：燃料 k の単価の逆数　θ_k ：燃料 k の発熱量
ε_k ：燃料 k の CO_2 排出係数

２．結　果

２．１　全国・都道府県別の推計結果

2004 年の全国合計の建築物建設時ＣO2 排出量は 4543,000t-CO2 となった。一方、2004 年の土木工事によるＣO2 排出量は 3,827,000 t-CO2 であり、建設業全体では 8,371,000 t-CO2 で、温室効果ガスインベントリオフィス [4]の建設業全体の推計値 12,448,000 t-CO2 のおよそ 75％となった。

2.1.1　建築物建設時の推計結果

1990 年のＣO2 排出量を推計したところ 6804,000 t-CO2 と 2004 年の 4543,000t-CO2 よりも 50％多くなった。1990 年代前半は建設ラッシュの時期であり、2004 年は近年の建設投資の減少傾向が顕著に出たものと思われる [5]。

2004 年の排出量を建物用途別にみると、居住専用住宅が 54.8%を占め圧倒的に多くなっている(表 1)。1990 年は居住専用建築物の排出量は 2004 年を若干上回るが、割合は 44.0%と下がる(表 2)。1990 年当時は非住宅の建設が活発だったことがわかる。

構造別にみると、S 造が 39%を占め最も多く、RC 造が 31%でこれに次いで多くなっている。表 3 に建築統計年報から求めた全国の建築着工棟数あたりＣO2 排出量と、床面積あたりＣO2 排出量を示した。その他を除けば、棟数あたりでは SRC 造が最も大きく、木造の 15 倍である。床面積でみると RC 造が最も大きく、木造の 2 倍である。SRC 造は木造の 1/2 と小さくなっている。SRC 造は 1 棟あたりの床面積が約 4,000 ㎡と大きいため、床

面積あたりＣO2 排出量は小さくなる。

さらに 2004 年の排出量を都道府県別にみると（図 3)、東京都が 16.4%を占め最も多く、神奈川が 7.4%、大阪が 6.7%、愛知が 6.4%とこれに次いでいおり、全体として首都圏、近畿圏、中京圏の排出割合が高いことが伺える。1990 年も同様の傾向がみられた。

表１　建築物の建設による用途別ＣO2 排出量
(2004 年)

建物用途	CO2 排出量 (t-CO2)	割合
居住専用住宅	2,492,000	54.8%
居住専用準住宅	30,000	0.7%
居住産業併用建築物	226,000	5.0%
農林水産業用建築物	37,000	0.8%
鉱業、建設業用建築物	18,000	0.4%
製造業用建築物	235,000	5.2%
電気・ガス・熱供給・水道業用建築物	32,000	0.7%
情報通信業用建築物	22,000	0.5%
運輸業用建築物	69,000	1.5%
卸売・小売業用建築物	270,000	5.9%
金融・保険業用建築物	16,000	0.3%
不動産業用建築物	135,000	3.0%
飲食店、宿泊業用建築物	65,000	1.4%
医療、福祉用建築物	345,000	7.6%
教育、学習支援業用建築物	179,000	3.9%
その他のサービス業用建築物	233,000	5.1%
公務用建築物	101,000	2.2%
他に分類されない建築物	39,000	0.9%
合計	4,543,000	100.0%

表２　建築物の建設による用途別ＣO2 排出量
(1990 年)

建物用途	CO2 排出量 (t-CO2)	割合
居住専用建築物	2,991,000	44%
居住産業併用建築物	651,000	10%
農林水産業用建築物	49,000	1%
鉱工業用建築物	690,000	10%
公益事業用建築物	207,000	3%
商業用建築物	956,000	14%
サービス業用建築物	706,000	10%
公務文教用建築物	542,000	8%
他に分類されない建築物	12,000	0%
合計	6,804,000	100%

表３　単位あたりＣO2 排出量等

	１棟あたりCO2排出量 (t-CO2)	床面積あたりCO2排出量(kg-CO2)	１棟あたり床面積
木造	1.6	13.1	121
SRC造	30.0	7.5	3,979
RC造	21.5	24.3	883
S造	5.8	16.4	353
CB造	0.3	4.1	74
その他	3.9	30.2	128

2.1.2　土木工事の推計結果

表 4 により土木工事によるＣO2 排出量を工事目的別にみると、道路が 34.9%と全体の 1/3 を占め最も多くなっている。次いで多いのが下水道の 11.7%となっている。

図 4 により、都道府県別の排出量をみると、東京都が 12.3%を占め最も多く、次いで北海道の 7.5%、愛知の 5.3%となっている。北海道を除けば、建築物の建設時同様、大都市圏で多い傾向にあるが、排出量の格差は小さい傾向にある。

２．２　市区町村別の推計結果

図 5 は建築物の建設時における市区町村別のＣO2 排出量を地図に示したものである。排出量が 5000t 以上の市区町村は 226 存在し、太平洋ベルト地帯に集中していることが明らかである。特に、東京圏、名古屋圏、大阪圏でのCO2排出量が多くなっている。

図 1 は排出量の上位 20 市区町村を表したものである。東京都港区が飛び抜けて多くなっており、構造別にはＲＣ造とＳ造が多くなっている。港区を含めて 10 区が東京都 23 区であり、建設行為が東京都心に集中しているといえる。他は、人口 40 万人を超える地方都市が多くランクインしている。

表４　土木工事による用途別ＣO2 排出量(2004 年)

用途	CO2 排出量 (t-CO2)	割合
河川	174,000	4.5%
多目的ダム	56,000	1.5%
砂防	55,000	1.4%
治山	37,000	1.0%
海岸堤防・海岸侵食対策	45,000	1.2%
農道等・開墾干拓農業施設	296,000	7.7%
林道	55,000	1.4%
漁業・魚礁・養殖施設	53,000	1.4%
道路(含共同溝工事)	1,335,000	34.9%
港湾	140,000	3.7%
空港	238,000	6.2%
下水道	447,000	11.7%
公園・運動競技場施設	57,000	1.5%
教育・研究・文化施設	185,000	4.8%
病院等社会福祉施設	83,000	2.2%
住宅・宿舎	64,000	1.7%
庁舎	55,000	1.4%
再開発ビル等建設	3,000	0.1%
土地造成	47,000	1.2%
鉄道等交通事業用施設	69,000	1.8%
郵政事業用施設	1,000	0.0%
電気・ガス事業用施設	3,000	0.1%
上下水道事業用施設	137,000	3.6%
工業水道事業用施設	5,000	0.1%
廃棄物処理施設等	53,000	1.4%
他に分類されない工事	134,000	3.5%
合計	3,827,000	100.0%

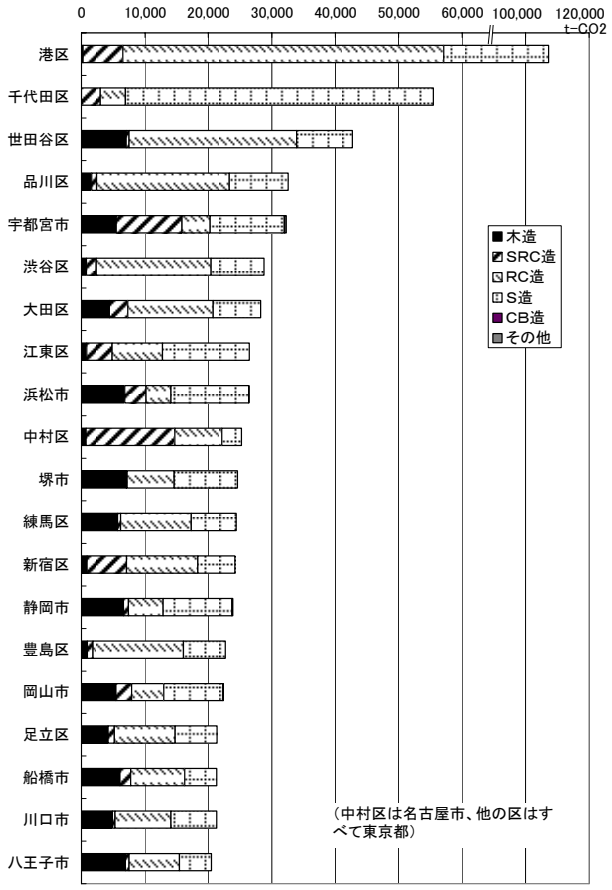

図１　排出量上位 20 市区町村（2004 年）

次に建築物の建設による 1990 年の市区別ＣO2 排出量を推計し、2004 年にも 1990 年にもデータの存在する 723 市区について、ＣＯ₂排出量がどのように変化しているか比較した。

図 2 は 2004 年の 1990 年に対するＣＯ₂排出量の増減率を表している。推計した 723 市区の中でＣＯ₂排出量が増加した市区が 96（13%）、減少した市区が 627（87%）であり、減少した市区が増加した市区よりもはるかに多かった。また、減少した市区の中で「～−50%」と「−50%～−25%」に該当する市区の割合は約 55%であり、半分以上を占めていることがわかる。排出量が減少している原因は新築床面積が全国計で 36%減少しており、特に SRC 造が 77%も減少しているためである。

都道府県別にみると、愛知県と大阪府ではＣＯ₂排出量が増加した市区数が 9 と多くなっている。一方、増加した市区が 1 つもないのは宮城県、群馬県、鳥取県、岡山県、佐賀県となっている。また、1990 年の排出量が 1 万ｔ以上で、2004 年にかけて増加しているのは、宇都宮市、川口市、市川市、松戸市、東京都港区、東京都板橋区、金沢市、福井市、岐阜市、名古屋市中村区、春日井市、豊田市、四日市市、大津市、豊中市、枚方市、尼崎市、高松市の 18 市区である。

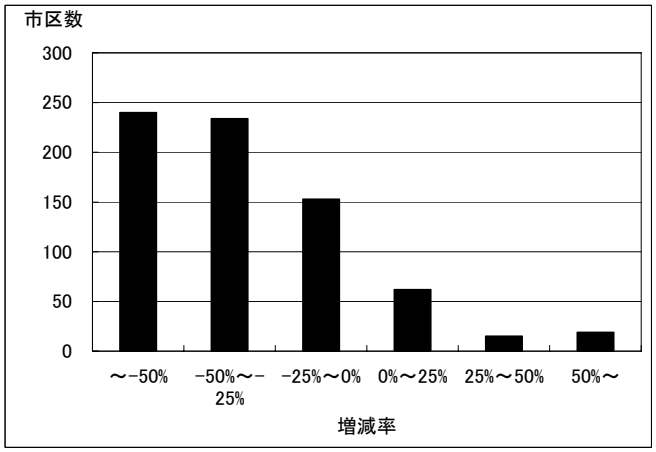

図２　ＣO2 排出量増減市区数（1990 年～2004 年）

おわりに

本研究では、建設業における市区町村別などのＣＯ₂排出量を推計した結果、次のことが明らかになった。

都道府県別にみると建築物の建設時におけるＣＯ₂排出量、土木工事によるＣＯ₂排出量の双方において大都市圏の排出量が多い。また、2004 年の市区町村別の建築物の建設時におけるＣO2 排出量の推計結果をみると、太平洋ベルト地帯に位置する市区町村の排出量が多いことが明らかになった。

さらに、723 市区の 1990 年と 2004 年の建築物の建設時におけるＣＯ₂排出量を比較したところ、全国でＣＯ₂排出量が 5 割減少しており、近年の建設投資の減少を反映した結果となった。また、2004 年のＣＯ₂排出量が 1990 年のＣＯ₂排出量の 25%以上減少している市区が約 55%あり、半分以上を占めていることが明らかになった。

今後、ダンプトラック・油圧ショベルなどの運転方法、副産物・建設発生土・資材の輸送方法、さらには施工方法の省エネ化を一層促進することが必要である。また本研究では建設時の直接排出量を推計することを目的としたが、建設資材生産時などの誘発排出量や建物使用時の燃料使用による排出量などをライフサイクル的に評価したうえで削減可能性を提示することが重要である。これについては今後の課題としたい。

補　注

[1]環境省(2007) 2005 年度（平成 17 年度）の温室効果ガス排出量速報.<http://www.env.go.jp/press/file_view.php?serial=8615&hou_id=7603>,2007.5.21 参照.

[2]日本建設業団体連合会(2003) 建設業の地球温暖化防止活動について.<http://www.nikkenren.com/ondanka/>, 2007.5.21 参照.

[3]地域産業連関表は部門数が少ないため、本研究では用いなかった。

[4]温室効果ガスインベントリオフィス(2006)日本の温室効果ガス排出量データ（1990～2004 年度）.< http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html> 2007.5.29 参照.

[5]国土交通省(2007) 平成 18 年度国土交通白書.<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h18/index.html>,2007 年.5.21 参照.

引用文献

環境自治体会議環境政策研究所(2006) 地方公共団体の二酸化炭素排出量推計手法検討調査報告書.97pp.

加藤真紀・三浦秀一・外岡豊(1999)建築工事及び土木工事における CO2 排出量の地域特性に関する研究、日本建築学会東北支部研究報告集 NO.62,347～351.

(財)経済統計情報センター(2004)平成 12 年産業連関表物量表 CD-ROM.

(財)建設物価調査会(2006)建築統計年報平成 17 年度版.1189pp.

(財)建設物価調査会(2006)建設工事受注動態統計調査報告平成 16 年度 440pp.

(財)建設物価調査会(1994)平成 2 年建設部門分析用産業連関表.499pp.

(財)建設物価調査会(2004)平成 12 年建設部門分析用産業連関表.499pp.

酒井寛二・漆崎昇・中原智哉(1997)建設資材製造時の二酸化炭素排出量経時変化と土木分野への影響. 環境システム研究 NO.25,525～532.

省エネルギーセンター(2006)エネルギー・経済統計要覧.350pp.

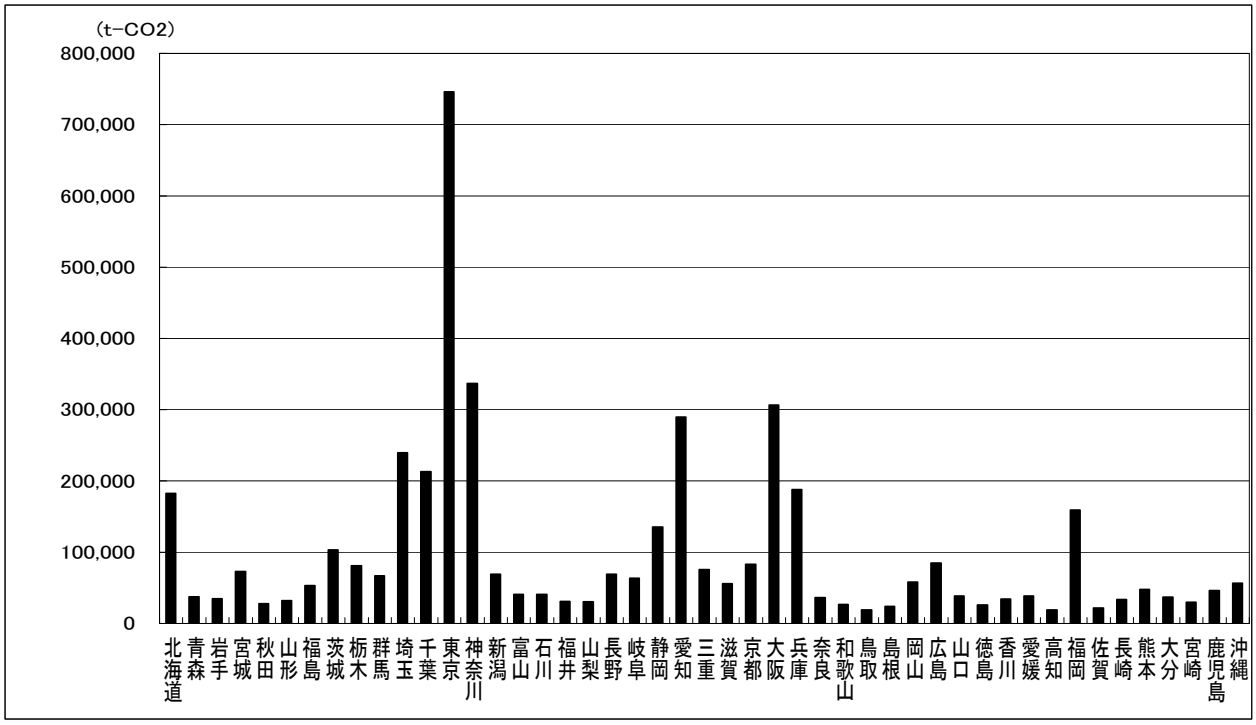

図 3　建築物の建設による都道府県別ＣＯ2 排出量(2004 年)

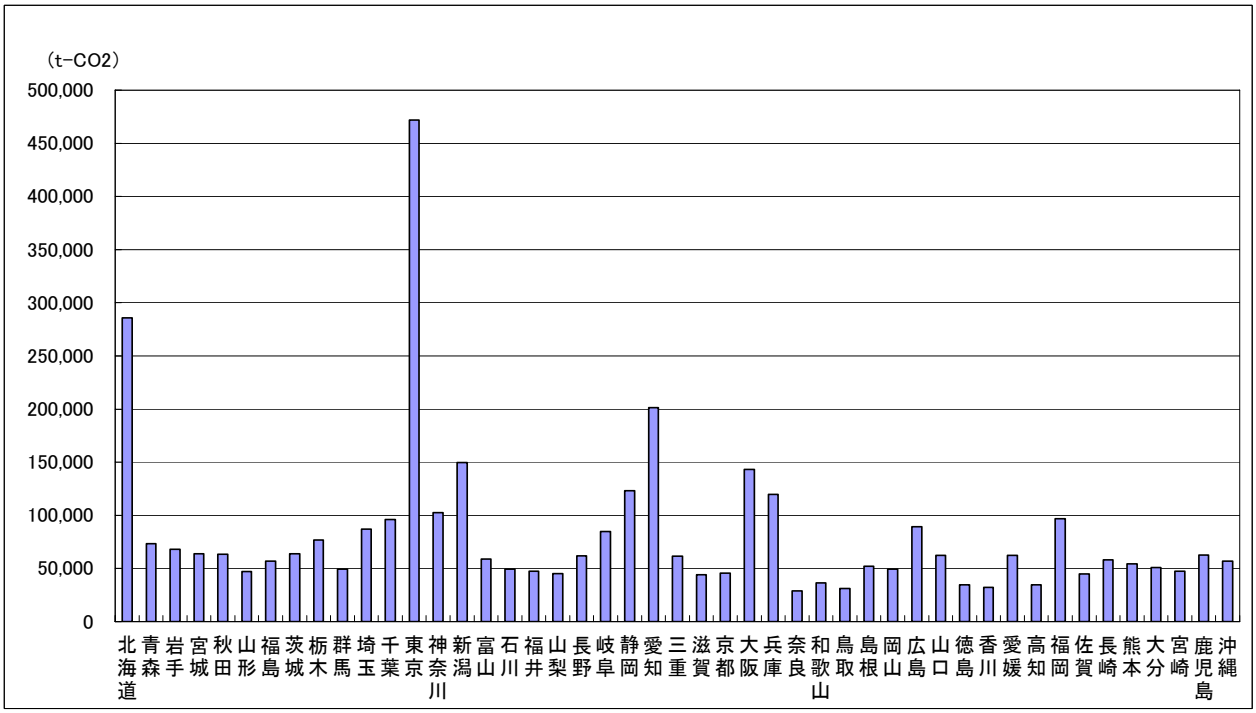

図 4　土木工事による都道府県別ＣＯ2 排出量(2004 年)

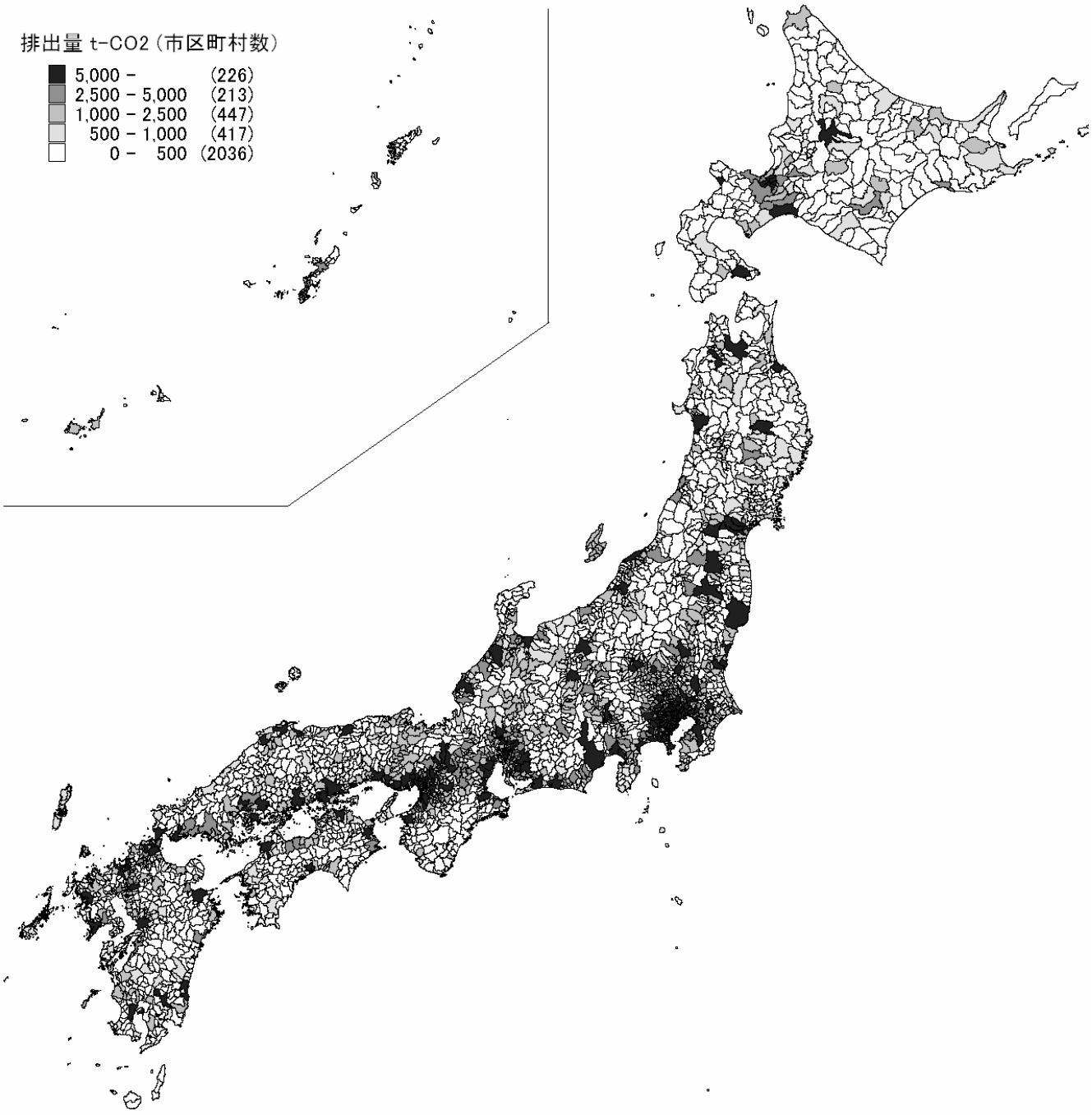

図5　建築物の建設による市区町村別ＣＯ2 排出量(2004 年)