

木造校舎教室内の炭酸ガス濃度と換気について

服部芳明・橘田紘洋*

(森林資源環境学講座)

平成3年8月6日 受理

Study on Natural Ventilation and Concentration Change of Carbon Dioxide in a Wooden Schoolhouse Classroom

Yoshiaki HATTORI and Kouyoh KITTA

(Laboratory of Wood Technology)

結 言

近年、木造校舎の建設事例はわずかではあるが増加し、また竣工後数年を経過した例がでてきた。木造校舎の建築によって「温かみ」、「潤い」のある環境づくりに成功しているようであり、実際に使用している先生や児童、生徒の評判も良いようである。しかし、教室の物理的環境の実態についてはほとんど整理公表されておらず、どのような未解決問題があるのか、また、木造校舎への改築のための指針などは明らかではない。

筆者らは、木造と鉄筋コンクリート造(RC造と称す)の校舎が同一敷地内に隣接し、しかも、東西方向に連続して存在する校舎を対象に、それぞれの校舎内の物理的環境を比較調査してきた^{4,5)}。その結果、木造校舎の方が温湿度環境に関してはより好ましい環境になっていることを明らかにした。このような好ましい温湿度環境が形成されている理由の一つとして、木造校舎の気密的な性能の向上があげられる。

気密的性能が向上すれば、換気の問題を重視する必要性が生じる。従来では木造校舎の気密的性能はそれほど高くなかったため、教室空気の換気を自然換気に依存していたが、今日の木造校舎のように高い気密性能を有するようになれば、換気計画を立て、室内空気を常に新鮮な状態に保つことに留意しなければならない。

本研究は、暖房期における教室内のCO₂濃度の実態をとらえ、近年建築された木造教室の換気における問題点を実測値をもとに整理し、教室の換気を維持することの必要性和改善への指針を明らかにすることを目的とした。

方 法

1. 炭酸ガス濃度の測定方法

対象とした学校は上之保小学校(岐阜県武儀郡上之保村)である。当校の特徴は、木造校舎(1988年竣工)とRC造校舎(1968年竣工)の2タイプの校舎が、同一敷地内に並んでいることにある。それぞれの校舎の構造、仕上げの概要については文献^{4,5)}を参照いただきたい。

CO₂の濃度は、木造ならびにRC造校舎の2階に位置する教室の後部において測定した。CO₂の取入れ高さは床上100cmとした。測定器として赤外線CO₂コントローラ、ZFP9型(富士電機株製、レンジ0~0.3%、0~5%)を利用した。測定時間間隔は1分おきとした。測定期間は、木造教室については1991年2月18日~23日、3月1日~7日、RC造教室については1991年2月23日~3月1日、3月9日~14日、3月19日~25日であった。

測定期間の前半では、教室において開放型灯油ストーブ(発熱量:最小18,837、最大61,534kJ/h)を使用していた。ストーブを使用した日は、休日を除いた2月19日~3月5日、3月11日であった。

2. 換気回数の推定の方法と考え方

換気率の推定方法には種々な方法があるが、その一つにCO₂を用いる方法があり、CO₂濃度の減衰あるいは増加経過から推定する。その方法は次のようにさらに細かく3つに分類できる。(1)呼気や暖房設

本研究の一部は、文部省科学研究費(課題番号02452255)の補助を受けた。

*愛知教育大学技術科、愛知県刈谷市伊ヶ谷町広沢1
Aichi University of Education, Kariya, Aichi 448
Japan.

備から発生したCO₂の蓄積による方法、(2)蓄積した呼気の減衰による方法、(3)人為的に放出したCO₂の減衰曲線による方法、である。ここでは、(1)のCO₂の蓄積をもとに換気回数を推定する。この方法の長所として教室空気の悪化の過程を定量的に把握でき、さらに、採暖時に内外温度差、室内の上下温度が急激に変化している場合にも適用できることが挙げられよう。

一般に、ガスが一定量M(m³/h)で発生した場合、換気量とその室のガス濃度と時間の関係は、次のガス蓄積の一般式で示される¹⁾。

$$K_2 = K_0 + (1 - e^{-Qt/V})M/Q + (K_1 - K_0)e^{-Qt/V} \quad (1)$$

ここに、
 K_0 : 外気中に含まれるガス濃度 (%)
 K_1 : 換気のはじめにおけるその室のガス濃度 (%)
 K_2 : t 時間後に到達するガスの濃度 (%)
 V : 室の容積 (m³)
 Q : 換気量 (m³/h)

換気のはじめにおいて、室内のCO₂濃度が外気の濃度に等しいとすれば、 $K_1 = K_0$ である。換気回数E(回/h)は Q/V であるから、一人当たりのCO₂発生量を m とし、在室者人数を n とすると、一人当たりの気積は V/n であるから、式(1)は次のようになる。

$$K_2 = K_0 + (1 - e^{-Et})m [E(V/n)]^{-1} \quad (2)$$

一人当たりのCO₂発生量は成人の場合安静時において0.022(m³/h)とされている¹⁾。児童の場合には成人の約半分とみなすことが多いが¹⁾、ここでは成人の6割の0.013(m³/h)と仮定した。当小学校の教室の容積は約200(m³)である。一人当たりの気積は、児童36名ならびに先生1名とすると約5 m³/人となる。外気のCO₂濃度 K_0 は0.035%とした。

以上の数値を式(2)に与え、換気回数Eに種々の値を与えて経時変化を求め、実測値と比較することによって換気回数E(1/h)が推定できる。

なお、灯油ストーブからのCO₂発生量は未知であるが、シミュレーションによって1.67m³/hと推定し、この値を用いた。なお、この推定値は、当冬季に当校で消費した全灯油量をもとにストーブ一台当たりの単位時間の灯油消費量から算出した炭酸ガス発生量と概略一致した。

結果および考察

1. 測定結果

Fig. 1~4に数日間にわたるCO₂濃度の経時変化を示す。Fig. 1, 2は木造教室、Fig. 3, 4はRC造教室についての結果である。開放型の灯油ストーブによって採暖した日は、木造教室では7日間(2月19, 20, 21, 22日, 3月2, 4, 5日)であり、RC造教室では5日間(2月25, 26, 27, 28日, 3月11日)であった。一方、ストーブを使用しなかった日は、休日を除くと、木造教室では3月6日の1日間、RC

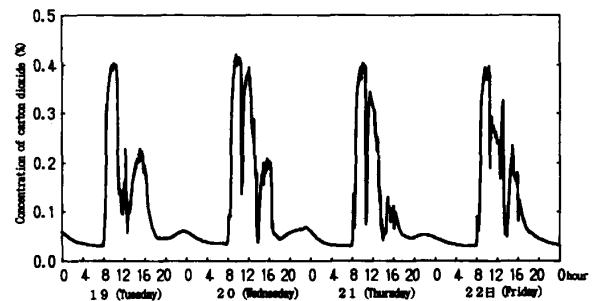


Fig. 1. The change of carbon dioxide concentration in the wooden schoolhouse classroom on the second floor in February, 1991.

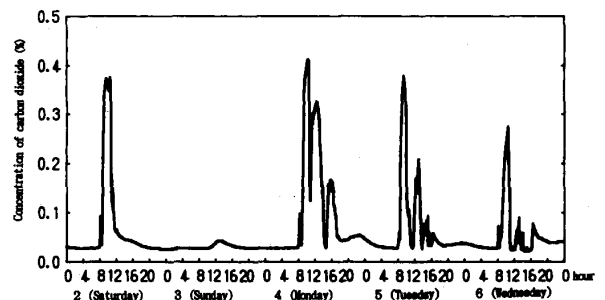


Fig. 2. The change of carbon dioxide concentration in the wooden schoolhouse classroom on the second floor in May, 1991.

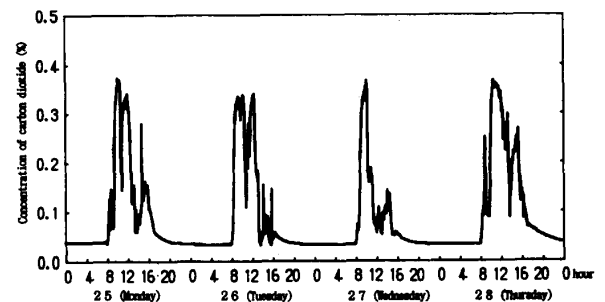


Fig. 3. The change of carbon dioxide concentration in the reinforced concrete schoolhouse classroom on the second floor in February, 1991.

造教室では6日間(3月12, 13, 14, 20, 22, 23日)であった。

Table 1には灯油ストーブによる採暖時のCO₂濃度の日最大値を示す。Table 2にはストーブを使用しなかった日の日最大値を示す。

ストーブを使用した場合、いずれの構造の教室のCO₂濃度も約0.4%とかなり高くなっている。構造

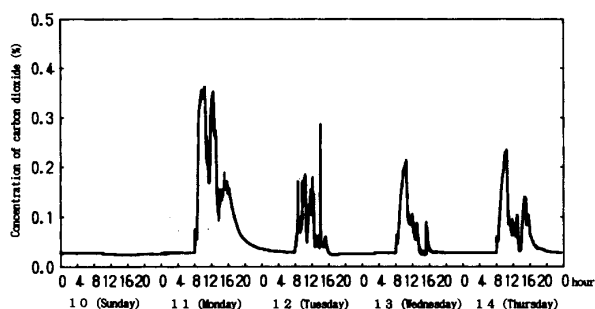


Fig. 4. The change of carbon dioxide concentration in the reinforced concrete schoolhouse classroom on the second floor in May, 1991.

別に比較してみると、木造では平均0.40%、RC造では平均0.37%であり、木造教室のCO₂濃度がわずかに高かった。

Fig. 5~8に午前7時から14時の間の経時変化を示す。Fig. 5, 6にはストーブを使用した時のそれぞれ木造、RC造教室内の経時変化、Fig. 7, 8にはストーブを使用せず、児童らの吐気中のCO₂による濃度変化をそれぞれ木造、RC造教室内について示している。

2. 炭酸ガスの許容濃度

炭酸ガス(CO₂)の人体に対する毒性は他の有毒ガスに比べて弱く、また、日常生活や学校生活においては数%の高濃度のCO₂を吸入することはほとんどないため²⁾、それほど注意の注がれることは多くない。

大気中のCO₂濃度は0.03%(300ppm)程度であるが、この濃度が3%程度まで高くなっても生体にとって危険な影響はないとされている。しかし、4%

Table 1. The daily maximum concentration of carbon dioxide in wooden and reinforced concrete schoolhouse classroom using the oil stove

| wooden | | reinforced concrete | |
|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| date | concentration (%) | date | concentration (%) |
| February | | February | |
| 19 | 0.40 | 25 | 0.38 |
| 20 | 0.42 | 26 | 0.35 |
| 21 | 0.40 | 27 | 0.38 |
| 22 | 0.40 | 28 | 0.37 |
| May | | May | |
| 2 | 0.38 | 11 | 0.36 |
| 4 | 0.41 | | |
| mean | 0.40 | | 0.37 |
| standard deviation | 0.01 | | 0.01 |

Table 2. The daily maximum concentration of carbon dioxide in wooden and reinforced concrete schoolhouse classroom without using the oil stove

| wooden | | reinforced concrete | |
|--------------------|-------------------|---------------------|-------------------|
| date | concentration (%) | date | concentration (%) |
| May 6 | 0.27 | May 12 | 0.19 |
| | | 13 | 0.22 |
| | | 14 | 0.24 |
| | | 20 | 0.30 |
| | | 22 | 0.30 |
| | | 23 | 0.24 |
| mean | | | 0.24 |
| standard deviation | | | 0.04 |

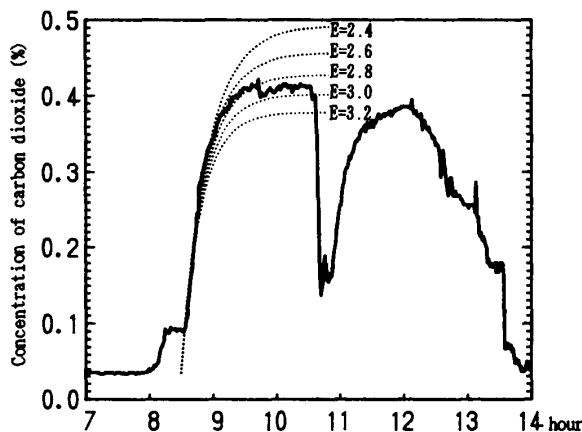


Fig. 5. The change of carbon dioxide concentration in the second floor of wooden schoolhouse classroom using the oil stove on February 20, 1991.

Note; Solid line represents measured value, and dotted line represents the simulated value using equation (2). The letter E means the air change rate (1/h).

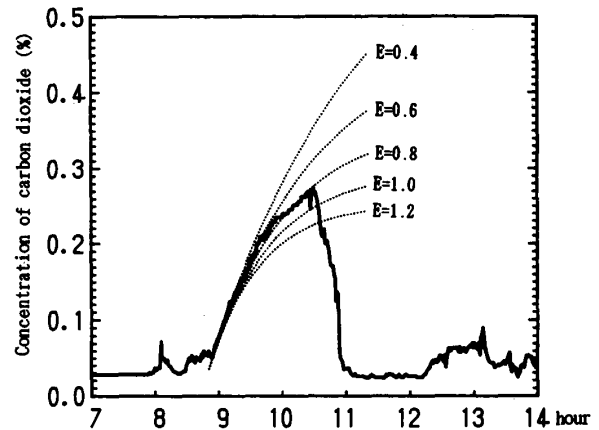


Fig. 7. The change of carbon dioxide concentration in the second floor of wooden schoolhouse classroom without using the oil stove on May 6, 1991.

Note; Solid line represents measured value, and dotted line represents the simulated value using equation (2). The letter E means the air change rate (1/h).

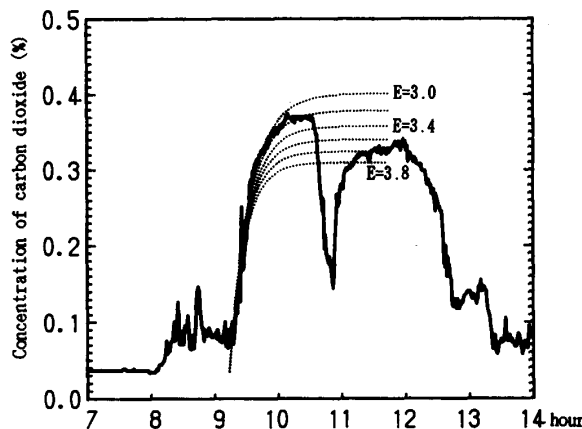


Fig. 6. The change of carbon dioxide concentration in the second floor of reinforced concrete schoolhouse classroom using the oil stove on February 25, 1991.

Note; Solid line represents measured value, and dotted line represents the simulated value using equation (2). The letter E means the air change rate (1/h).

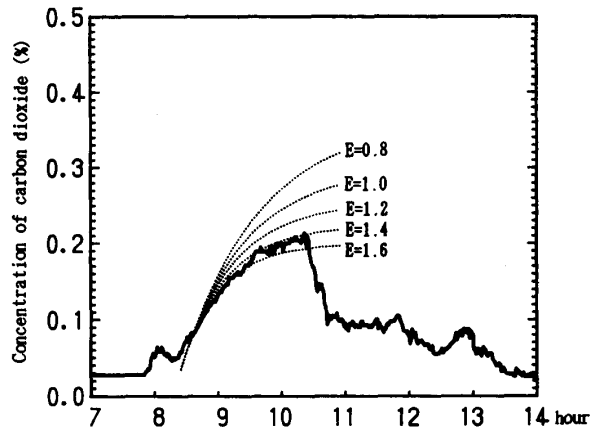


Fig. 8. The change of carbon dioxide concentration in the second floor of reinforced concrete schoolhouse classroom without using the oil stove on May 13, 1991.

Note; Solid line represents measured value, and dotted line represents the simulated value using equation (2). The letter E means the air change rate (1/h).

の高濃度になると生理的に悪影響が現れ、頭痛、めまい、顔面紅潮、耳なり、徐脈、血圧上昇、眼および上部気道の刺激症状が起こるとされている²⁾。日常生活で遭遇するCO₂濃度はこのような高い値ではなく、たとえば人混みにおけるCO₂濃度値は、デパートで0.04~0.31%、映画館では0.05~0.5%、オフィスでは0.05~0.3%である³⁾。

日本産業衛生学会は労働環境についての許容基準の中でCO₂許容濃度を0.5% (5,000ppm) としている。自然換気よりも空気調和方式による換気のほう

がCO₂濃度の増加が少なく、このため法的管理基準を中央管理式の空気調和設備ビルでは0.1%と厳しくされているが、自然換気を行う一般の事務所においてはCO₂濃度の法的基準値は0.5%と高めに設定されている。ここで対象にしている学校教室においては、自然換気を行う一般の事務所よりも基準値は低く設定され、「学校環境衛生の基準」⁶⁾では0.15%以下とされている。

このようにCO₂自体が有害ではないにもかかわらず法的許容濃度を低く抑えている理由は、CO₂濃

度を室内空気の汚染の指標として用いているためである。すなわち、人間が室内にいる時は呼気によってCO₂が増大するにつれて、酸素の減少とともに臭気・湿度・温度・空中のほこり等の因子も不良化する傾向があるため、CO₂濃度をその総合指標として取り扱い、この濃度を一定の許容度にとどめることにしているのである。

わが国の学校建築は、騒音対策にともなって空調調和設備を導入している場合を除いて、換気を自然換気に依存している。自然換気によってCO₂濃度を低レベルに維持しようとするると相当多量な換気量となるため、特に冬季では防寒のためにかえって換気を極力抑えているのが普通であり、冬季0.15%以下を保つような教室はほとんどないとさえ言われている¹⁾。

なお、住居内施設、すなわち、暖房設備、湯沸器、炊事設備によるガスの燃焼にともなうCO₂の発生については、有毒ガスとして扱うので、その許容濃度は0.1%より多く、0.5%を用いて良いとされており³⁾、学校教室においても開放型ストーブを使用している場合には、濃度0.5%を基準に考えて良いのではなかろうか。ただし、「学校環境衛生の基準」においては開放型ストーブを使用したときの基準については触れられておらず、このような場合には廃ガス抜きを完全に施設するように指示している⁶⁾。

3. 灯油ストーブによる採暖時の炭酸ガス濃度

木造教室ならびにRC造教室において、灯油ストーブを使用した場合のCO₂濃度の経時変化を見ると(Fig. 5, 6)、午前8時過ぎ頃から子どもが登校し、これに伴ってCO₂濃度がわずかに上昇する。その後授業が始まり、ストーブを点火する9時前後からCO₂濃度は急上昇する。ストーブ点火後50分でほぼ飽和近くになっている。最大値は木造教室では9時40分頃、RC造教室では10時10分頃に記録され、その値はそれぞれ0.42、0.38%と高濃度である。

CO₂濃度の日最高値は、いずれの教室においても0.35~0.42%という高い濃度であり、すでに述べたように、暖房器具のガスの燃焼にともなって発生したCO₂の場合の基準濃度を0.5%と考えると、一応基準以内にいずれもおさまっている。したがって、人体に対してはCO₂ガス自体による悪影響はないと判断してよい。ただし、文部省の「学校環境衛生の基準」は開放型ストーブを使用する場合は扱っておらず⁶⁾、開放型ストーブを使用した場合のCO₂の許容濃度については全く触れられていない。この意

味では、CO₂濃度に関して、学校教室の実態は「学校環境衛生の基準」とかけ離れていると言わざるをえない。

3. ストーブを使用しない時の炭酸ガス濃度

ストーブにより採暖しなかった場合の木造ならびにRC造教室におけるCO₂濃度の日最高値はTable 2に示した。灯油ストーブによる採暖時に比べて濃度は低いものの0.19~0.30%の濃度に達し、「学校環境衛生の基準」に示されている0.15%を越えている。

「学校環境衛生の基準」において示されているCO₂濃度の基準値は、その前提として、①放課時の窓開放により始業時は常に教室内外気程度に新鮮であること、②授業中の換気は冬季を対象とし、室の高所の開口、すなわち、外窓または廊下側窓の欄間を開放して自然換気することとしている⁶⁾。

木造教室ならびにRC造教室において、灯油ストーブを使用していない場合の7時から14時までの範囲のCO₂濃度の経時変化(Fig. 7, 8)をみると、午前8時過ぎ頃から子どもが登校し、CO₂濃度はわずかに上昇した後、授業の始まる8時過ぎ~9時前からCO₂濃度は急上昇する。授業開始後50分で木造教室の場合、0.05%から0.22%に、RC造教室の場合には0.05%から0.16%に上昇している。最大値はそれぞれ10時30分前後に記録され、その値は木造教室では0.27%、RC造教室では0.21%であった。

4. 換気回数について

Fig. 5~8には式(2)によって推定されたCO₂濃度の経時変化が破線で実測値に重ねて示されている。木造教室におけるストーブ使用時の経時変化から(Fig. 5)、換気回数は2.8回/h、RC造教室においては(Fig. 6)、3.2回/hとなった。換気回数を整理するとTable 3, 4のようになる。RC造教室の換気回数は木造に比べてやや大きい。

ストーブを使用していないときは、木造教室(Fig. 7)において0.8回/h、RC造教室(Fig. 8)においては1.2回/hという結果が得られた。ストーブを使用している場合と同様にやや木造教室の換気回数が少ない。以上のことから木造教室の気密性は高く、RC造教室の気密性よりもやや高いといえる。

自然換気の場合には一般に内外温度差の平方根に比例するとされているが、室温が急上昇している非定常過程においては単純に求められない。また、CO₂減衰法では、室温の垂直分布が著しく変化するような暖房時における換気率を求めることはきわめて難

Table 3. Air change rates in wooden and reinforced concrete schoolhouse classroom using the oil stove

| wooden | | reinforced concrete | |
|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| date | air change rate (1/h) | date | air change rate (1/h) |
| February | | February | |
| 19 | 3.0 | 25 | 3.0 |
| 20 | 2.8 | 26 | 3.6 |
| 21 | 3.0 | 27 | 3.4 |
| 22 | 3.0 | 28 | 3.0 |
| 23 | 2.8 | | |
| May | | May | |
| 2 | 3.2 | 11 | 3.4 |
| 4 | 2.8 | | |
| mean | 2.9 | | 3.3 |
| standard deviation | 0.2 | | 0.3 |

Table 4. Air change rates in wooden and reinforced concrete schoolhouse classroom without using the oil stove

| wooden | | reinforced concrete | |
|--------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| date | air change rate (1/h) | date | air change rate (1/h) |
| May 6 | 0.8 | May 12 | 1.2 |
| | | 13 | 1.4 |
| | | 14 | 1.2 |
| | | 22 | 1.2 |
| | | 23 | 1.0 |
| mean | | | 1.2 |
| standard deviation | | | 0.1 |

しいが、本項において述べた方法によれば暖房時の実際の状況に近い換気率が比較的簡易に求められよう。

以上のように、木造校舎の気密性能はきわめて高いことが実証されたが、これは開放型灯油ストーブのような暖房器具では教室内空気の汚染がはなはだしくなることを意味する。暖房器具の見直しと早急な対策が望まれる。

なお、「学校環境衛生の基準」に示された CO_2 濃度 0.15% 以下を自然換気によって実現しようとするならば、どのくらいの換気回数が必要になるだろうか。これについては次節で検討する。

5. 炭酸ガス濃度を0.15%に維持するには

Fig. 9~10 に CO_2 濃度を0.15%に維持するための換気回数を求めるために実施したシミュレーション結果を示す。 CO_2 濃度を0.15%に保つために必要な換気回数は、開放型灯油ストーブを用いた採暖時には9.5回/h、ストーブを使用していないときでは

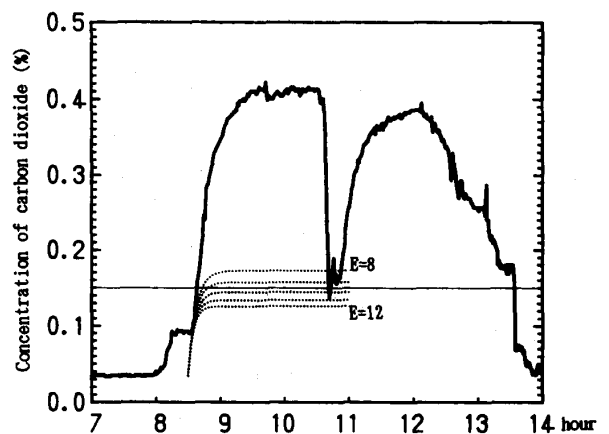


Fig. 9. The simulated values of air change rate in order to maintain the carbon dioxide concentration level of 0.15% in the second floor of wooden schoolhouse classroom using the oil stove.

Note; Solid line represents measured value, and dotted line represents the simulated value using equation (2). The letter E means the air change rate (1/h).

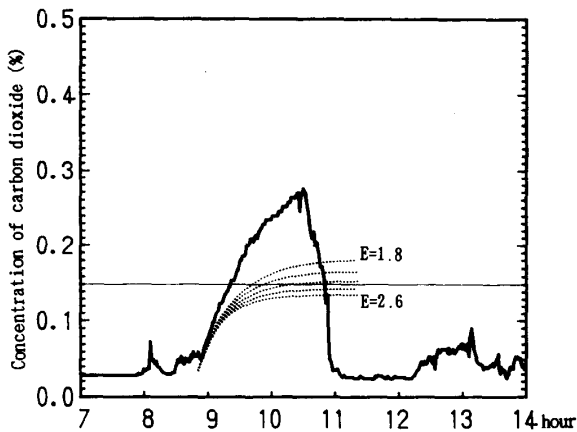


Fig. 10. The simulated values of air change rate in order to maintain the carbon dioxide concentration level of 0.15% in the second floor of wooden school-house classroom without using the oil stove.

Note; Solid line represents measured value, and dotted line represents the simulated value using equation (2). The letter E means the air change rate (1/h).

2.3回/hとなる。これらの換気回数は木造教室とRC造教室ともにほぼ等しい回数になっている。

「学校環境衛生の基準」では冬季の教室の換気回数を2.5回/h以上必要であるとしている。当校の教室についてもストーブを使用していない時には2.5回/h程度の換気回数を維持することが望まれる。この程度の換気回数は自然換気によって可能な換気回数であり、欄間の開放等を意識的に実施すればCO₂濃度を許容濃度以下に充分保てると考えられる。また、授業終了時には必ず窓を開放して室内空気を充分に入れ換えることも効果的であろう。できれば授業開始後30分おきに窓を開放して外気を導入することが望ましい。換気と保温のバランスに配慮しながら換気を心がければ、許容基準以下にCO₂濃度を維持できると判断できる。

一方、灯油ストーブを用いた採暖時に、CO₂濃度を基準値の0.15%に維持しようとする、開放型ストーブによる採暖時では10回/hの換気回数を実現しなければならなくなる。もし、このような激しい換気をすれば、熱損失が膨大になることや、これ以外にも寒気の流入によってとうてい勉強生活できる状況ではなくなる。対策としてはFF(Forced Flue)式ストーブ等の廃ガスを外に直接導く形式のストーブを使う以外にはなかろう。木造校舎を新設する際には、暖房器具を含めた付属設備の再検討に留意する必要がある。

要 約

近年建築された木造校舎は、意匠的にもすぐれており、実際に使用している子どもや先生からも良い評価を得ている。また、既報^{4,5)}のように温湿度環境においてもすぐれており、特に冬季に快適な教室環境を提供している。その温熱環境は校舎全体のエアータイトな仕様に大きく依存している。

一方、このような気密的性質が向上していることを考えると、冬季においては室内空気の換気が重要問題として浮かび上がってくる。

実際に換気の実態を調査した結果、以下のことが明らかとなった。

1) 冬季教室内のCO₂濃度は、「学校環境衛生の基準」に示された0.15%という「それ以下が望ましい値」よりも高くなり、0.2%~0.3%に達する。しかし、換気に留意することによって0.15%以下の水準に維持可能であろう。

2) 開放型灯油ストーブを使用した場合、CO₂濃度は短時間の内に約0.4%に上昇する。また、最高濃度はRC造教室では0.37%、木造教室では0.4%となりRC造教室よりやや高い。

3) 暖房時の換気回数は木造校舎、RC造校舎の教室ともに約3回/hであった。一方、暖房していない場合には1~1.4回/hの換気回数であった。木造校舎の気密的性能はRC造校舎よりやや高いと判断された。

4) 開放型灯油ストーブを使用し、かつ、換気によって0.15%以下の濃度に抑えるためには、換気回数を約10回/hとして維持しなければならない。これは現実には実現不可能である。

以上のように、近年の木造校舎はRC造校舎なみか、それ以上の気密性を有しており、換気に関しては木造だからと言って区別してはならない。また、開放型灯油ストーブを使用している場合には、自然換気に依存するだけでは教室の換気は極めて不十分な状態にある。暖房器具の早急な改善が求められる。また、ストーブを使用していない時にも、欄間開放や30分おきの新鮮な外気の導入等によって換気回数を2.3回/h程度に高めることに心がける必要がある。

謝辞 本研究に快く協力して下さった上之保小学校安田良二校長ならびに早川敏文教頭、および上之保小学校の関係諸先生方に謝意を表す。

文 献

- 1) 建築学大系・編集委員会：「建築学大系・22・室内環境計画」，彰国社，403-459 (1988)
- 2) 関 邦博，坂本和義，山崎昌廣：「人間の許容限界ハンドブック」，朝倉書店，366-373 (1990)
- 3) 豊川行平，林 路彰，重松逸造：「衛生公衆衛生学」，医学書院，(1969)
- 4) 服部芳明，橋田紘洋：「隣接する木造校舎と鉄筋コンクリート校舎内の温湿度環境の実態」，木材工業，46，220-225 (1991)
- 5) 服部芳明，橋田紘洋：住環境に関する総合調査，住宅部材安全性能向上事業報告書，1991年，日本住宅・木材技術センター，145-275 (1990)
- 6) 文部省：「学校環境衛生の解説」，教育図書，75-82 (1965)

Summary

Recently, the number of the newly-built wooden schoolhouses has been increasing. In former times, it was affirmed among the users that in structure wooden schoolhouses are loosened in air-tightness. However, the air-tightness of the newly-built wooden schoolhouses is no less tightened than in case of the reinforced concrete houses. Hence it is important to pay considerable attentions for the improvement of the ventilation in order to keep the air quality in the respective classrooms of those schoolhouses.

In this report, investigations on the spots were carried out concerning the concentration changes of carbon dioxide and the natural ventilation in classrooms of wooden schoolhouse.

The obtained results are as follows.

(1) In winter season, with no use of an oil stove, the carbon dioxide concentration reached the maximum, from 0.2 to 0.3%, being over the permitted limit of 0.15% fixed in 'Standard of school hygiene and environment.'⁶⁾ Aided with the intended promotion of natural ventilation it would be possible to keep this below 'the concentration limit'.

(2) In a wooden schoolhouse classroom, under using an oil-stove, the carbon dioxide concentration reached in quite a short time the maximum of about 0.4%, which was ascertained to be slightly higher than in that of a reinforced concrete house classroom. This fact also shows that the air-tightness in wooden schoolhouse is almost as tightened as that in reinforced concrete house.

(3) Under using an oil-stove, the number of air changes was noted to be 3 per hour in both the wooden and the reinforced concrete houses. Not using an oil-stove, the number of air changes was kept within the number from 1 to 1.4 per hour in both cases.

(4) In order to keep the number of air changes at least no less than the number 10 per hour, it is necessary to maintain the carbon dioxide concentration below 0.15%, which is almost impossible in actuality.

As ascertained above, despite the difference in structure, the air-tightness of the wooden schoolhouses is almost as tightened as that of the reinforced concrete ones. Moreover, it is needless to say that the using of the oil-stove decreases the air quality in the classroom. Hence the necessity of changing the space heating equipments is emphasized. And it is considered that the installment of a type of forced flue stove would be suitable for the newlybuilt wooden schoolhouse classrooms.