

木材の入ったドライコンテナ内の酸素欠乏調査

今井潤一・外川内国隆*
砂川雅美・長井一治**
神戸植物防疫所業務部国際第三課

Research on the Oxygen Concentration in the Dry-container with Logs. Junichi IMAI, Kunitaka SOTOKAWAUCHI, Masami SUNAKAWA and Kazuharu NAGAI (Kobe Plant Protection Station).
Res. Bull. Pl. Prot. Japan 24: 81-84 (1988).

緒 言

種子や木材はそれ自身が呼吸をしている場合が多く、また、それらに付着する微生物が呼吸をしている場合もある。このため、このような植物を密閉容器に長時間入れておくと、内部は酸素欠乏（以下、酸欠と略す。）状態になりやすい。

現在、ドライコンテナ（以下、コンテナと略す。）詰め木材の輸入検査は、コンテナ内に検査行為可能な空間がある場合、あらかじめ十分に開扉して換気を行った後、内部に入って実施している。しかし、コンテナ内の酸素濃度の詳しい実態については未知のままであった。近年、木材の輸入にあたっては、コンテナ輸送の増大、および大型化（40フィート）が進み、コンテナ内に入って検査を行うケースが増加していることから、正確な資料の入手が求められていた。

今回、調査材料の獲得が比較的容易な神戸港において、コンテナ内の酸素濃度と酸欠時に必要な換気時間の調査を実施したので報告する。

なお、本調査を実施するにあたり、御協力いただいた当所国際第三課の技官各位、ならびに本稿をまとめるにあたり、御教示下さった兵庫労働基準局労働衛生課西川康人氏、当所渡辺直国内課長に厚く御礼申し上げます。

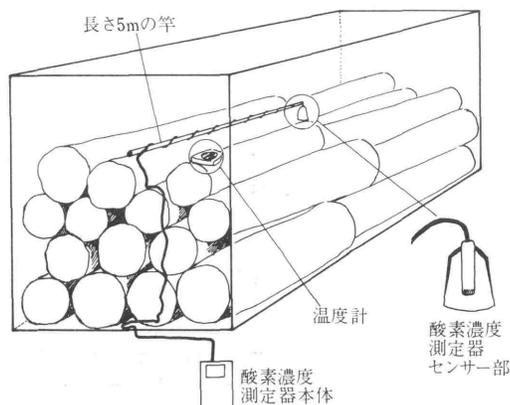
材料および方法

1. 酸素濃度測定調査

調査コンテナは、輸入木材検査の対象となったコンテナから任意に選出し、ランバー（割材、半製品材）も材種のひとつとして調査に加えた。

酸素濃度測定には安定性、操作性に優れているガルバニ電池式酸素計（理研 OX-82 型、デジタル表示方式）を用い、センサー部を 5 m の竿の先端に取り付け、第 1 図のとおり設置してから扉を閉めて行った。測定値は表示が一定した時点で記録し、一定しない場合は最低値を記録した。なお、基準値として、センサー設置前に外気の酸素濃度を 21.0% にセットしておいた。

また、コンテナ内の温度調査も同時に実施するため、温度計を戸口付近の材上部に設置し、閉扉 5 分後の温度を記録した。



第1図 酸素濃度測定器設置図

* 現在、国土庁小笠原総合事務所

** 現在、神戸植物防疫所大阪支所田辺出張所

第1表 木材の入ったドライコンテナ内の酸素濃度

材 種*	酸素濃度 (%)			酸欠率** (%)	van 数
	平 均±標準偏差	最低値			
米材ランバー	19.0	2.70	6.3	14.7	68
米 材 丸 太	19.8	1.17	16.0	6.7	15
オ ー ク 類	16.3	3.83	6.4	51.5	33
キ	18.7	2.26	13.0	30.0	10
クルミ等	16.7	4.28	5.1	46.9	32
シラカンパ等	16.5	4.79	3.1	38.5	13
シタン等	18.1	3.25	8.5	27.8	18
そ の 他	15.0	6.93	5.2	33.3	3
合 計	17.9	3.68	3.1	29.7	192

*クルミ等(クルミの単載, 又はクルミ, ニレ, オーク類の混載)シラカンパ等(シラカンパ, ポプラ, アルダーの単載)シタン等(シタン, コクタン, ツゲの単・混載)

**酸欠率 (%)=(酸欠コンテナ数/測定コンテナ数)×100

2. 酸素欠乏時における換気時間調査

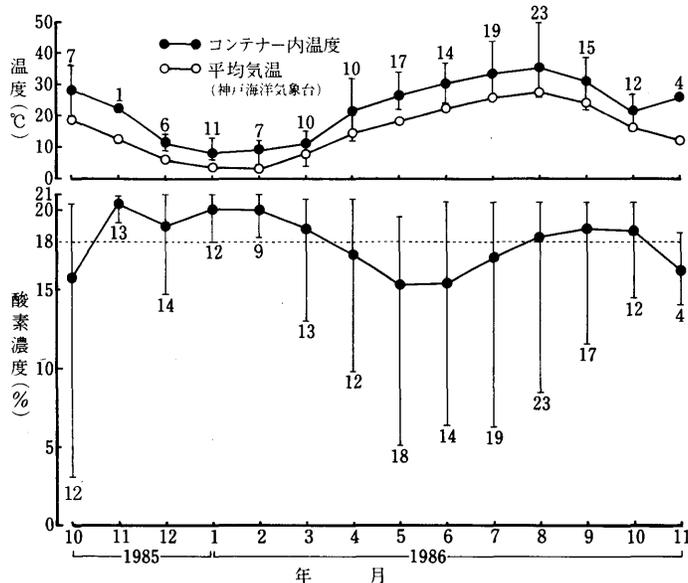
前述の調査の結果, 酸素欠乏であったコンテナを対象にして行った。調査はセンサーの設置場所を変えずにコンテナの両扉を開放し, センサー付近が安全な酸素濃度(約20%)に達するまでの所要換気時間を測定した。

両調査とも1985年10月から1986年11月にかけて行った。

結 果

1. 酸素濃度と温度

調査結果を第1表と第2図に示した。材種の区分は輸入数量が多いもの, 積み付け状態の似ているものおよび混載の場合は主な材種を代表種としてまとめた。酸素濃度は18%未満のものを酸欠状態として取り扱った。この結果, 調査コンテナ192 Vanのうち酸欠状態のものは約30%(57 Van)で, これらの酸欠コン



第2図 酸素濃度と温度 (図中の上下の幅は最高, 最低を, 数字は測定コンテナ数を示す。)

第2表 酸欠コンテナ内の換気時間

材 種	酸素濃度 (%)		換気時間(分:秒)		van 数
	換気前	換気後	平均	最高値	
米材ランバー	14.6	19.2	9:30	25:00	6
オーク類	13.6	19.9	7:30	19:00	14
クルミ等	15.8	20.5	13:30	20:00	3
シラカンバ等	13.1	20.0	9:30	19:00	14
シラカンバ等	15.1	19.3	7:00	10:00	3
シタン等	14.0	20.0	8:00	10:00	5
合計	13.7	19.8	9:00	25:00	45

テナーの平均の酸素濃度は13.4%であった。

材種別にみると、酸欠率(酸欠コンテナ数/調査コンテナ数×100)はオーク類(51.5%)、クルミ等(46.9%)、シラカンバ等(38.5%)が高く、酸素濃度の平均値もそれぞれ16.3%、16.7%、16.5%と低い値を示した。また、月別にみると、酸欠状態の月が6カ月(1985年10月、1986年4月～7月、11月)あり、なかでも5月、6月の酸欠率はそれぞれ50.0%、64.3%と非常に高く、酸素濃度は両月とも約15%と低かった。

第2図から、酸素濃度と温度との間に負の相関関係が成り立つと考えられるため、相関係数(r)が有意であるかどうかの検定(r 検定)を行った。この結果、危険率0.01において有意差が認められ、両者間にコンテナ内の温度が上昇すると酸素濃度は低下するという負の相関関係が成り立つことが判明した。このことから、1986年11月の酸素濃度が低かった原因は、材種が調査コンテナ4 Vanとも酸欠率の高いオーク類であったのと、コンテナ内温度が日射によって上昇したためであると考えられる。

2. 換気時間

前述の調査の結果、酸欠コンテナ45 Vanを対象に、内部の酸素濃度が20%程度に上昇するまでの換気所要時間を調査した。結果は第2表に示したとおり、換気前の酸素濃度13.7%が安全と思われる19.8%に達するまで約9分必要であった。また、全体の約85%のコンテナは、10分間の換気時間内に安全濃度に達していた。特にオーク類の1例に、換気前13.9%の酸素濃度が2分後には20.6%に達するという調査中最も短い換気時間のものがあつた。反面、ランバーの25分(酸素濃度16.5%→20.2%)を最高に、平均換気時間の2～3倍近くの時間が必要な場合もあつた。

本調査で換気前の酸素濃度が最も低かったのは、クルミ等の5.1%と5.7%で、換気時間は前者で6分、後

者で15分となり、両者間の差は9分間と大きなものであつた。両コンテナの積載材積はほぼ同じであるが、1 Vanあたりの本数は前者が19本、後者が38本で、材の表面積、空間部容積、および調査日の気象の違い等からこのような大差が生じたものと考えられる。

以上のことから、多少の時間的余裕を加えて、換気に必要な最低所要時間は10分間という結論を得た。

考 察

一般に、酸素欠乏症状は個人差が大きく、また、訓練次第では、酸素濃度がかなり低い場合でも平気でいられることがある。しかし、通常は酸素濃度が16%以下になると自覚症状が現れ、10%以下の低濃度状態では1回の呼吸で即時に意識不明となり、数分で死亡する危険性が非常に高い。今回の調査でも、10%以下の低濃度酸欠コンテナが大半の材種において認められた。このような状態のコンテナ内に換気もせず入った場合、失神して転倒し、より酸素状態が悪いと考えられる材間部や床面へ転落して、生命を失う可能性が高い。また、数分間の開扉による換気では、材上空間部が安全であっても材間部はまだ酸欠状態であることが考えられる。このため、換気は十分行うことが重要であり、場合によっては酸素濃度測定器を用いて安全を確認する必要がある。さらに、万一を考え、検査行為に移る場合、検査官の安全を見守る立会者を付けることも必要である。

今回の調査結果から、春から夏にかけて酸欠が多いことがわかったが、材種によっては秋から冬にかけても日射によりコンテナ内温度が上昇し、酸欠状態になる可能性があるため、内部に入って検査を行う場合は、季節を問わず十分な注意が必要である。

木材が原因となる酸欠は、同じ材種でもより新しい生木、樹皮付の材の方が呼吸作用が活発のため、酸欠

になりやすいことがわかっている。しかし、今回の調査ではランバーや樹皮の付着がほとんどみられないシタン等においても酸欠コンテナが認められた(第1表)。これは材に付着する微生物等がその主な原因だと考えられるが、両者は酸欠になりにくいであろうという当初の予想に反したものであり、換気不十分のままコンテナ内に踏み込んだ場合、死に直結するような酸素状態にもなり得ることがわかった。このことから、割材や剥皮材の場合でも換気を軽視せず、酸欠の危険性があることを十分考慮すべきである。

一方、換気時間はおおよそその目安として最低10分間は必要であるとの結果を得たが、これは実験的数値であって、根拠ある理論値ではない。それは、必要な換気時間は換気直前の酸素濃度、材種、積み付け状態、積載量、換気中の風向き、風力、気温等諸条件によって大きく左右されるからで、今回の調査だけでは各条件の関係を詳しく調査できなかったためである。このため、酸欠率が高かった材が詰められている等、酸欠の恐れがあるコンテナについては、10分間の換気の後、酸素測定器を用いて安全を確認するか、もしくはさらに長時間の換気を続ける等の安全策を講じる必要がある。

摘 要

1. 年間を通じて約30%のコンテナが酸欠状態であった。
2. 材種別では、オーク類やクルミ等の酸欠率が高く、ランバーや剥皮したシタン等にも酸欠がみられたが、大半の材種で死に直結するような低濃度の酸欠状態のものが確認された。
3. 酸欠はコンテナ内温度と関係し、温度が上昇する春から夏にかけて酸欠は多くなるが、秋や冬でも日射により内部温度が上昇すれば酸欠になる可能性があることがわかった。
4. 酸欠コンテナ内の酸素濃度が20%程度に達するまでの換気時間は最低10分間は必要であるが、場合によってはさらに長時間換気するか、酸素測定器を用いて安全を確認する必要がある。

引用文献

- 労働省安全衛生部労働衛生課編(1986) 酸素欠乏危険作業主任者テキスト: 138-143.