

ワカメ加工技術開発モデル事業

閉鎖型施設によるワカメ乾燥試験

廣澤 晃

前年度に引き続き、塗布材に活性炭を用いた糸ワカメの乾燥工程における塗布材の飛散を軽減することを目的に、閉鎖型の簡易施設を用いて、ワカメの乾燥度合、塗布材の飛散の程度等を検討したのでその結果を報告する。

材料と方法

乾燥試験は、前年度と同じビニールハウス（構造、規模等は前年度業務報告書を参照）で、生産現場で使用されている活性炭を塗布材に用いて、平成14年2月28～3月3日（第1回試験）、3月18日～23日（第2回試験）、及び4月8日～13日（第3回試験）の3回行った。各乾燥試験時の使用フィルター、乾燥に供したワカメ重量等を表1に示した。

ワカメの乾燥は、床から2m高に20cm間隔で設置した鋼製パイプにワカメ基部を1本ずつピンチで挟んで約15cm間隔で吊るして行った。また、ハウス乾燥との比較のため、屋外乾燥を同時に行った。（写真1,2）

前年度からの変更点として、塗布材の飛散防止フィルターに安価なる過用材を用い、フィルターは換気ファン前面のみに設置（ $0.9 \times 0.9 \text{m} = 0.8 \text{m}^2$ ）した。また、ハウス内に内気を循環させるための業務用ファン1基を設置し、その効果について検討した。（写真3,4）

なお、ハウス内の乾燥場所は図1に示すようにA,B,Cブロック及び鋼製パイプで表した。ワカメ試料の乾燥度合いの指標値としては、ワカメ試料の水分率を前年度同様の方法で測定した値を用いた。乾燥時のハウス内外の湿度、温度、風量の測定も前年度同様に行った（図2）。

塗布材のハウス外部への飛散の程度は、ハウス内への落下量と、乾燥終了時のワカメへの付着量を求め、その回収率から推測した。なお、ワカメに付着した活性炭量は、乾燥後のワカメを洗浄し、洗浄水1～0.5 lを吸引る過（WhatmanGF/B-1 μm 使用）して活性炭量を求め、全体の試料重量で換算した。

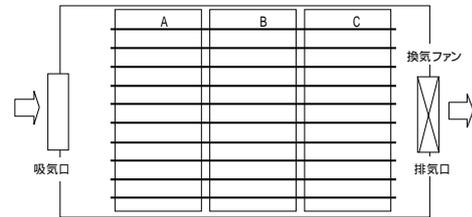


図1 ハウス内乾燥場所平面図

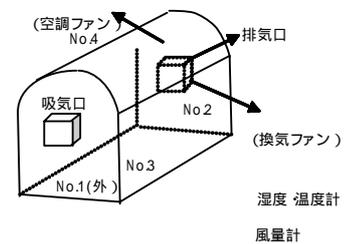


図2 湿度・温度・風量計・空調ファン設置位置



写真1 ハウス乾燥状況

写真2 屋外乾燥状況



写真3 飛散防止フィルター



写真4 空調用ファン

表1 乾燥試験時の設定条件

試験 回数	使用フィルター名*	ワカメ乾燥重量 (原藻重量kg)	乾燥密度 (kg/m ²)	ハウス内 空調
1	ホリエステルマット	166	104	無
2	マイクローンフィルター-AF-515	171	107	無
3	マイクローンフィルター-AF-515	155	97	有

*アQUALチャーシステム社商標

結果及び考察

1 乾燥試験結果

1) 第1回試験

乾燥試験中の外気（No1）の平均湿度、温度は、73.6%（36.0～97.6）、10.8（5.6～16.6）、ハウス内（No2）は72.8%（17.1～98.7）、13.6（5.2～32.6）であった。

ワカメ試料(乾燥場所 A,B,Cの3箇所平均値)の水分含有率の推移は、1日目(24h後)に82.2%,2日目(49h後)に80.4%,4日目(98h後)に42.1%となった。比較のための屋外乾燥試料では、1日目(24h後)に74.3%,2日目(49h後)に53.5%,3日目(80h後)に61.0%,4日目(98h後)12.4%であった。乾燥開始後2日目までは降雨の影響で内外気とも湿度が90%以上あり殆ど乾燥が進まなかった。なお、屋外乾燥では雨天時は試料を作業棟内に取り込んだ。(図3)

乾燥場所別には、吸気口部のAブロックでは終了時の水分含有率が13.2%と屋外と同等であったが、中央部のB、排気口側のCブロックでは水分含有率がそれぞれ57.9%,55.2%あり、乾燥途中で終了した。(図6)

乾燥期間中の換気ファンによるハウス内への吸気量は安定しており、飛散防止フィルター(ポリエステルマット)の目詰りは見られなかった。(図9)

2) 第2回試験

乾燥試験中の外気(No1)の平均湿度、温度はそれぞれは54.3%(24.5~90.5),13.1(3.5~20.1),ハウス内(No2)は58.8%(16.2~91.0),16.5(1.9~42.0)であった。ワカメ試料(乾燥場所 A,B,Cの3箇所平均値)の水分含有率の推移は、1日目(27h後)に57.9%,2日目(51h後)に30.9%,3日目(75h後)に32.6%,4日目(98h後)に34.6%,5日目(121h後)に14.6%となった。屋外乾燥試料は、1日目(27h後)に44.4%2日目(51h後)に20.4%,3日目(75h後)に22.2%,4日目(98h後)23.9%,5日目(121h後)に12.7%であった。ハウス乾燥では屋外乾燥に比べやや乾燥が遅れたが、最終的には同程度に乾燥した。なお、乾燥3日目以降は天候が悪化し、内外気とも湿度が上昇したため乾燥が進まなかった。(図4)

乾燥場所別には、吸気口部のAブロックでは屋外乾燥と同程度に乾燥したが、中央部のB、排気口部のCブロックでは水分含有率が高めに推移し乾燥が遅れた。(図7)

吸気量は徐々に減少したが、飛散防止フィルター(マイククリーンフィルター)の目詰りによる影響は殆どなかった。(図10)

3) 第3回試験

第3回試験では、業務用ファンを排気口側天井に1基取り付け、ハウス内の空気の循環を行い、その効果を検討した。乾燥試験中の外気(No1)の平均湿度、温度はそれぞれは57.1%(13.1~94.7),15.3(7.4~24.9),ハウス内(No2)は56.4%(15.9~56.4),19.0(8.3~41.9)であった。ワカメ試料(乾燥場所 A,B,Cの9箇所平均値)の水分含有率の推移は、初日(5h後)に67.9%,1日目(29h後)に41.2%,2日目(53h後)に13.0%,3日目

(81h後)に27.4%,5日目(122h後)に9.4%となった。屋外乾燥試料は、初日(7h後)に51.4%,1日目(31h後)に31.2%,2日目(55h後)に13.2%,3日目(79h後)に25.7%,5日目(127h後)に15.4%であった。乾燥開始後1,2日目までは屋外乾燥に比べて水分含有率が高めに推移したが、3日目には同程度に乾燥した。(図5)

乾燥場所別には、業務用ファンを稼働させた周辺のCブロックでの乾燥がA,Bブロックより速く、屋外乾燥と同程度で、その効果が認められた。(図8-1~8-3)

吸気量は、飛散防止フィルター(マイククリーンフィルター)の目詰りによる低下が大きく、乾燥3日めに1/2,終了時には初期の1/4程度まで減少した。空調ファンの送風により、落下した活性炭が巻上げられたのが目詰りの原因であったが、空調ファンを適当に配置することや吸引ファンの稼働率(試験時設定20Hz)をあげることで、またはフィルターの交換等で解決できると考えられる。(図11)

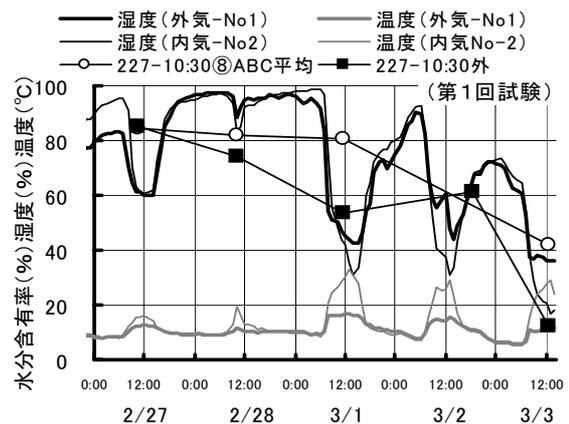


図3 湿度・温度・試料中の水分含有率の推移

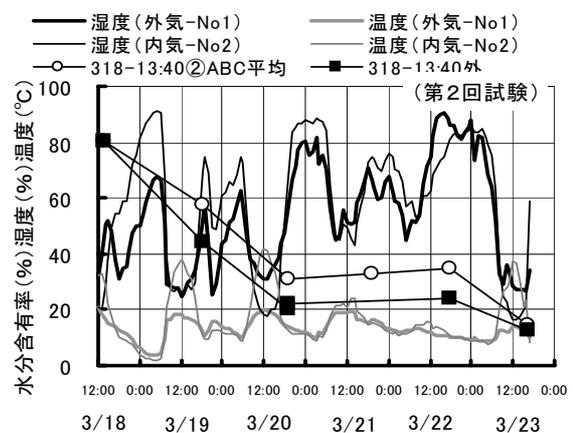


図4 湿度・温度・試料中の水分含有率の推移

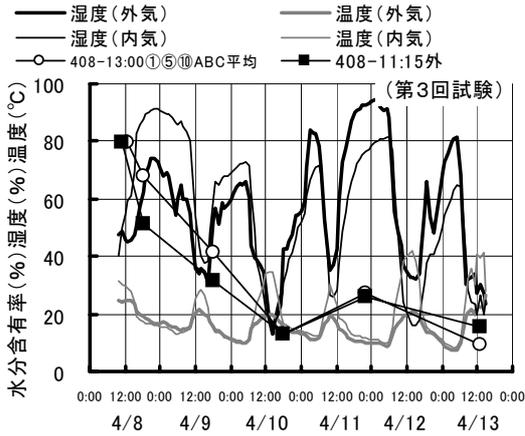


図5 湿度・温度・試料中の水分含有率の推移

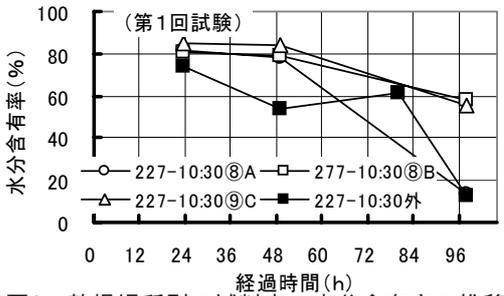


図6 乾燥場所別の試料中の水分含有率の推移

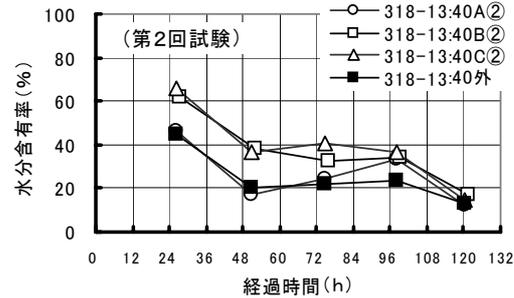


図7 乾燥場所別の試料中の水分含有率の推移

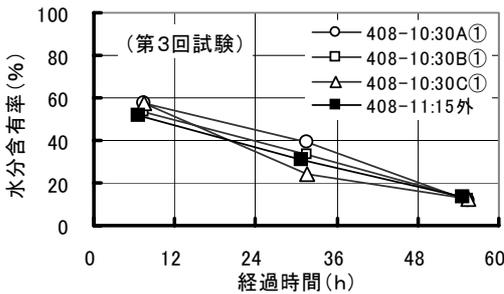


図8-1 乾燥場所別の試料中の水分含有率の推移

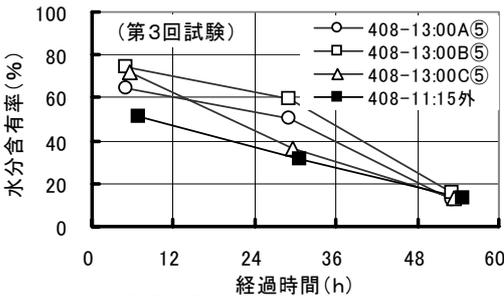


図8-2 乾燥場所別の試料中の水分含有率の推移

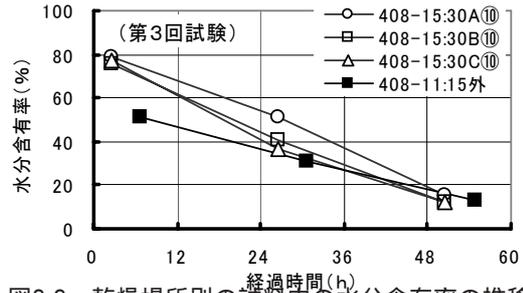


図8-3 乾燥場所別の試料中の水分含有率の推移

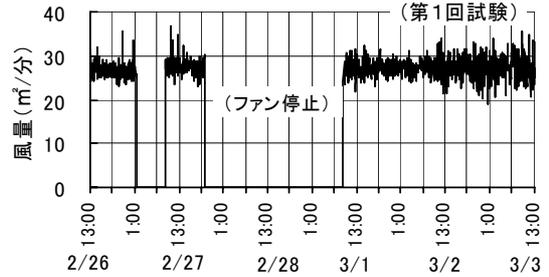


図9 ハウス排気口の風量の推移 (20Hz設定)

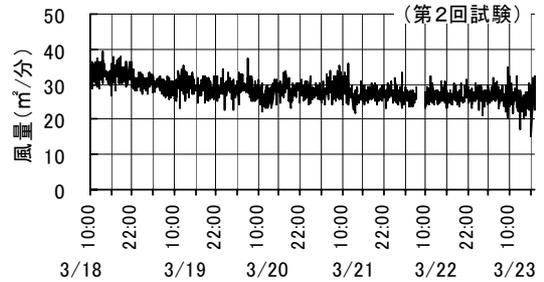


図10 ハウス排気口の風量の推移 (20Hz設定)

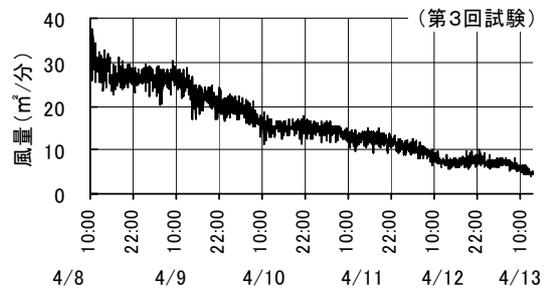


図11 ハウス排気口の風量の推移 (20Hz設定)

2 塗布材の飛散防止効果の試算

乾燥試験での塗布材の回収結果を表2に示す。塗布時及びハウス内で乾燥に伴いワカメ試料から落下した塗布材の回収率は、70.0% (第2回-72.7%, 第3回-66.3%)であった。

また、乾燥終了時点でワカメに付着している塗布材量は、ワカメ乾燥重量 (塗布材付) に対して29.0% (第2回-29.6%, 第3回-28.4%)であった。この値からワカメに付着し回収された塗布材の使用量に対する回収率を試算すると、23.7% (第2回-22.6%, 第3回-25.1%)となった。

この結果、第2, 3回乾燥試験での塗布材の最終的な回収

率は、93.7%（第2回-95.3%，第3回-91.4%）となった。

一方、飛散防止フィルターとして用いた2種類のろ過用材の排気口からの塗布材の飛散状況は、第1回試験に用いたポリエステルマットでは、フィルター内面（ハウス側）、外面（排気口側）とも塗布材の付着による汚れが見られ、フィルターの目を抜けて外部への飛散が見られた。第2回、第3回試験に用いたマイクリーンフィルターでは、第2回試験では、フィルター内面には多量の塗布材が付着していたが、外面は塗布材の付着による汚れは少なく、排気口からの塗布材の飛散は殆ど認められなかった。第3回試験では、第2回試験に比べて塗布材の付着量は内外面とも多くフィルターとしては限界に近かったと考えられるが、外部への飛散量は僅かであったと思われる。なお、試験終了時にフィルターに付着していた活性炭量は、第1回が20.7g、第2回が111.1g、第3回が487.9gであった。

表2 塗布材の回収結果

試験 回数	活性炭			回収内訳				
	活性炭 使用量 (kg)	活性炭 回収量 (kg)	活性炭 回収率 (%)	落下回収		ワカメ付着回収		
				回収量 (kg)	回収率 (%)	付着量 (kg)	回収率 (%)	付着率 (%)
1	27.0	17.6	-	17.6	65.1	-	-	-
2	29.5	28.1	95.3	21.4	72.7	6.7	22.6	29.6
3	22.0	20.1	91.4	14.6	66.3	5.5	25.1	28.4
第2,3回平均			93.7		70.0		23.7	29.0

3 必要施設規模・経費の試算

1) ハウス面積の試算

乾燥試験でのワカメの乾燥密度は、ワカメ原藻重量で約10kg/m²（163kg/16m²=10.2kg/m²-第2,3回平均）であった。漁家1件当たりの初日の処理量を原藻重量で1トンと仮定すると、初日の乾燥に必要な施設面積は100m²となった。また、3日目までは同様の乾燥面積とし、4日、5日目はその半分の面積として、5日間で乾燥が終了すると仮定すると、必要なハウス面積は400m²/件となった。

2) 空調設備の試算

乾燥試験では、ハウス内への吸引量よりもむしろ外気の湿度の影響が大きく、吸引量と乾燥速度の関係は明らかでなかった。ここでは、試験での吸引量（交換率）から換気ファンの必要数量を試算した結果を示す。換気ファンによる第3回試験時のハウス内への外気の吸引量は、ハウス容積35m³に対し吸引量16m³/分（試験期間平均値-20Hz設定）で、単純に吸引量から内気の交換率を試算すると0.46回/分であった。換気ファンの吸引量を40m³/分（最大稼働時60Hz=90m³/分）、400m²のハウスの容積を1,000m³と仮定すると、必要なファンの基数は12基（1000×0.46/40

=11.5）となった。また、ハウス内の空調ファンの必要基数は、空調ファンの効果範囲を5m²程度に見積もると、400m²では80基となった。

3) 施設経費の試算

上述の規模・内容での施設経費の試算値を表3に示す。単価は1社の見積もり単価を参考とした。その結果、ハウスは、パイプハウスで1,720千円、丸屋根型連結ハウスでは3,400千円であった。空調資材費は2,085千円となった。

表3 経費見積結果

施設・資材	単価	面積	経費
	(千円)	基数	(千円)
パイプハウス	4.3 m ²	400 m ²	1,720
丸屋根型連結ハウス	8.5 m ²	400 m ²	3,400
換気ファン	135 基	12 基	1,620
空調ファン	5 基	80 基	400
フィルター	5.4 m	12 m	65