

1 醱酵食品副産物からの機能性物質生産技術の開発

原田 修, 吉田和利, 脇田義久, 大橋智子, 井上守正, 桑田 実, 一森和之

1 目 的

酒粕、特に近年、生産量が増加している液化仕込みの酒粕や焼酎粕などの醱酵食品副産物は、栄養学的に優れたものでありながら、風味に乏しいために再利用が困難になりつつあり、新たな有効利用法の開発が重要な課題となっている。このため、大関(株)、ヤエガキ醱酵技研(株)、松谷化学工業(株)、兵庫県立工業技術センター、および兵庫県立大学と共同で液化仕込み酒粕や焼酎粕の高付加価値化に関する研究を実施した。

この中で本年度当センターが分担したのは①再醱酵酒粕抽出液の機能性評価(大テーマ:酒粕の再醱酵による機能性物質の生産技術開発)、②レジスタントスターチを含む難消化性成分の生産、および③連続式高温高压水処理によるムメフラールの生産、である。①については、大関(株)および兵庫県立大学のデータを中心に再醱酵物の生理活性評価やその素材化を検討した結果を報告する。②については、酒粕を連続的に高温高压水処理し、難消化性成分として位置づけられるβグルカンやメラノイジンの成分変化について検討した。③については、酒粕および焼酎粕を高温高压水処理し、血流改善効果のあるムメフラールを効率よく生成する条件の検討を行った。

2 実験方法

2.1 酒粕の再醱酵による機能性物質の生産技術開発

(1) 酒粕再醱酵物およびその酵素処理物の調製
12.5kg 液化酒粕と 12.5L の酵母懸濁液(1.0×10^8 個/ml)を混合する。これに 6.25 g (酒粕の 1/2000 量)の酵素剤(グルク 100:アマノエンザイム社製)を加え、15℃一定で 13 日間醱酵させた。醱酵終了後、加熱処理(120℃、10 分間)を行いドラムドライと凍結乾燥で粉末化した。また、対照として再醱酵前の液化酒粕も同様に粉末化した。

また、酒粕再醱酵物の酵素処理には、プロテアーゼを加えて最適条件(省略)で調製した。

(2) 再醱酵物の分析

再醱酵酒粕の ACE 阻害活性、および酒粕がラットの血圧に及ぼす影響(ACE 阻害活性)について調べたが、紙面の都合上詳細な分析方法は省略し、概略を以下に示す。

ACE 阻害活性は、Hippurly-His-Leu を基質に酵素を利用する方法で測定した。酒粕がラットの血圧に及ぼす影響は、本態性高血圧自然発症ラットを用い、高食塩含有の飼料を与えて血圧の経時変化を調べることにより検討した。

2.2 レジスタントスターチを含む難消化性成分の生産

(1) 酒粕の高温高压水処理

酒粕に蒸留水を加えミキサーで 5 分間攪拌して 10wt% (酒粕の乾燥重量%) の酒粕スラリーを調製し、高温高压水処理に供した(高温高压水処理の詳細は前号(第 13 号)を参照)。

酒粕スラリーは予熱水と混合されて、最終的に 2.6wt% になる。処理液は凍結乾燥を行い、難消化性成分の測定に供試した。また、処理液の一部を 14,000rpm で 15 分間遠心を行い、上清を凍結乾燥した後、ACE 阻害活性試験に供試した。高温高压水処理による可溶成分の変化は、各反応温度での処理液中の固形分と可溶成分の重量から算出した。

(2) 難消化性成分および ACE 阻害活性の分析

難消化性成分の測定の詳細は省略するが、その概略は以下の通りである。

難消化性成分の組成として考えられるメラノイジン、レジスタントスターチ、およびβグルカンは、高温高压水処理酒粕を硫酸や酵素処理により生成するグルコース量により概算した。ACE 阻害活性は、Hippurly-His-Leu を基質に酵素を利用する方法で測定した。

2.3 連続式高温高压水処理によるムメフラールの生産

本実験では連続式高温高压水処理装置を用いた(装置の詳細については前号(第 13 号)を参照)。

処理液はそのまま凍結乾燥してムメフラールの分析に供した。ムメフラールの分析には、逆相 HPLC を用いた。C18 系カラムを用いて A 液水、B 液アセトニトリルのリニアグラジエントで、UV (282nm) により検出を行った。ムメフラールのスタンダードは市販がないため、梅エキスより逆相 HPLC で分取して精製したものをを用いた。

3 結果と考察

3.1 酒粕の再醗酵による機能性物質の生産技術開発

(1) 酒粕再醗酵物の ACE 阻害活性

酒粕及び再醗酵酒粕の ACE 阻害活性を測定した結果、両者とも濃度依存的に活性が増強しており、抽出液に含まれる多様な物質の中に ACE を阻害するペプチドが含まれていることが示唆された(図1 共同研究者 大関(株)より)。また、ACE を 50 % 阻害する濃度 (IC₅₀) は、酒粕 34.0mg/ml、再醗酵酒粕 8.7mg/ml を示し、酒粕を再醗酵することにより、ACE 阻害活性が 3.9 倍増強された。

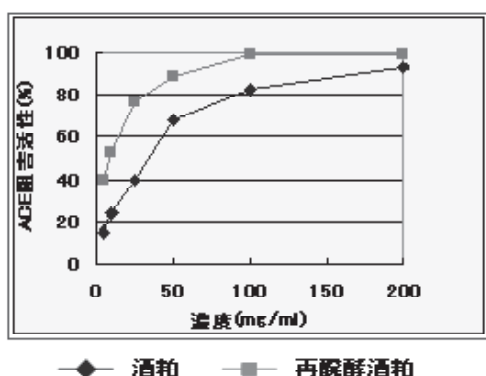


図1 ACE 阻害活性に対する再醗酵効果

また、再醗酵物をさらに酵素処理した場合、オリエンターゼ 20A が最も効果的であり、酒粕に添加したとき 6.8 倍、再醗酵物に添加したときは 5.0 倍阻害活性が高くなった。また、再醗酵とプロテアーゼ処理を組み合わせることにより、未処理の酒粕に比べて 14.4 倍の大幅な活性増強効果が確認できた。

(2) ラットを用いた ACE 阻害活性

酒粕 DD (ドラムドライ酒粕)、酒粕 RDD (ドラムドライ再醗酵酒粕)、酒粕 RDDP (ドラムドライプロテアーゼ処理再醗酵酒粕) を食餌成分として与えた SHR の 21 日間にわたる収縮期血圧の経時変化を図 2 (共同研究者 県立大より) に示した。図中、同一アルファベットを表記していない場合優位差があることを示している。実験開始 14 日目には対照群 (247 ± 8mmHg) に対して酒粕 DD 群 (214 ± 3mmHg)、酒粕 RDD 群 (215 ± 10mmHg)、酒粕 RDDP 群 (217 ± 5mmHg) で有意な低下がみられた (P<0.05)。21 日目には対照群 (235 ± 6mmHg) に対して酒粕 3 群でいずれも低値を示し、特に DD 群 (197 ± 13mmHg)、酒粕 RDDP 群 (183 ± 10mmHg) で有意な低下がみられた (P<0.05)。

これらの結果から、再醗酵酒粕には ACE 阻害活性が強化されたことは明らかで、さらにボランティア試験により検証する予定である。本研究結果は特許出願をして

おり、今後実用化のための試験を行う。

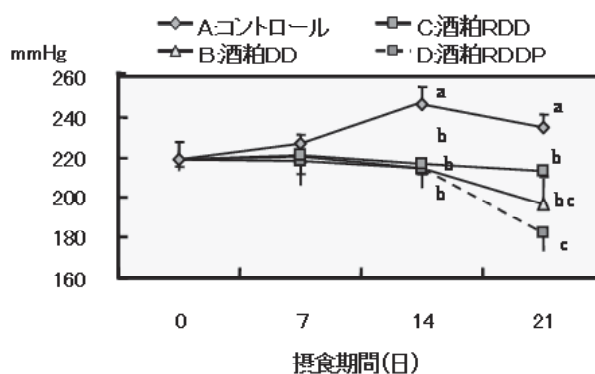


図2 ラットの血圧の変化

3.2 レジスタントスターチを含む難消化性成分の生産

(1) 難消化性成分の含有量

酒粕および高温高圧水処理酒粕に酵素処理あるいは硫酸処理することで遊離してくるグルコース生成量を指標に、レジスタントスターチとβグルカンの総量とメラノイジン量を算出したところ、高温高圧水処理することにより、両者ともに増加することが確認された(表1)。増加する割合としては、レジスタントスターチとβグルカンの総量よりもメラノイジンの方が大きく、酒粕を高温高圧水処理することにより増加する難消化性成分の多くはメラノイジンであることが判明した。

表1 酵素、硫酸処理によるグルコース生成量および難消化性成分含有量

	①	②	③	④
未処理酒粕	29.7	30.6	0.9	---
320 °C	12.5	15.3	2.8	15.3
375 °C	7.0	10.7	3.7	19.9

①アミラーゼ・アミログルコシダーゼ処理によるグルコース生成量 (%)、②硫酸処理によるグルコース生成量 (%)、③レジスタントスターチ&βグルカン量 (%) (②-①)、④ラノイジン量 (%) (②の未処理-②の処理物)

(2) ACE 阻害活性

メラノイジンやペプチドで報告されている ACE 阻害活性について検討したところ、未処理サンプルでは IC₅₀ が 41.8mg/ml であったのに対し、処理サンプルでは IC₅₀ が減少しており、超臨界水処理である 375 °C 処理では 4.1mg/ml と約 10 倍強い ACE 阻害活性が確認された。この理由として、酒粕中に含まれるタンパク質が加水分解

解により低分子化、可溶化し、ACE 阻害活性を有するペプチドが生成したこと、および加水分解反応と同時に引き起こるメイラード反応によりメラノイジンが生成したことにより ACE 阻害活性が上昇したと考えられる。得られた可溶成分中には *in vitro* での抗酸化活性（前回報告）が確認されており、未処理時に比べると活性が顕著に上昇していた。また、可溶成分には上記の生理活性に加え、アミノ酸や酵母由来の種々の成分が含まれている可能性があるため、調味料等への利用が期待される。

3.3 連続式高温高压水処理によるムメフラールの生産

200℃～380℃の高温高压水で酒粕をクエン酸共存下で処理した結果、ムメフラールは290℃、HMFは320℃で極大を示した（図は省略）。ムメフラールおよびHMFはそれぞれ熱安定性が違うためこのような結果になったと考えられ、以後ムメフラールの生成量の極大であった290℃の処理温度で実験を行った。

このように、クエン酸存在下で酒粕を高温高压水処理するとHMFおよびムメフラールが生成することが分かったが、HMF濃度はムメフラールに比べて約200倍と高く、またクエン酸が大量に存在しているので、さらにムメフラールが生成する余地が十分にあると考えた。そこで、290℃処理物について、さらに加熱（90℃）することによりムメフラールの生成量の増加を試みた。その結果を図3に示す。

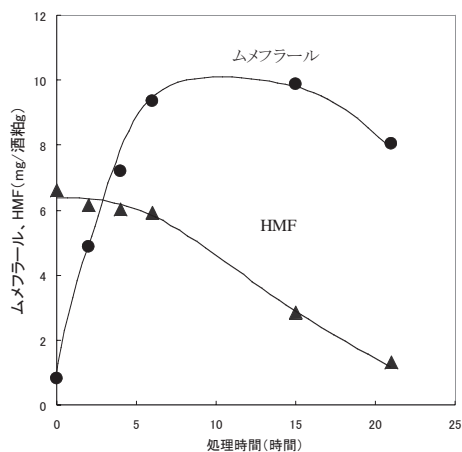


図3 高温高压水処理酒粕の再加熱（90℃）

図のように、加熱時間と共にムメフラールが増加し、その逆にHMFが減少した。しかし、加熱時間が10-時間ほどでHMFは減少するにもかかわらずムメフラールの増加は認められなくなり、さらに加熱すると減少する傾向が見られた。これはムメフラールが長時間の加熱で分解するためであると考えられる。いずれにしても、ク

エン酸存在下で高温高压水処理した酒粕を加熱することによりムメフラールの生成量を約20倍に増加させることができた。

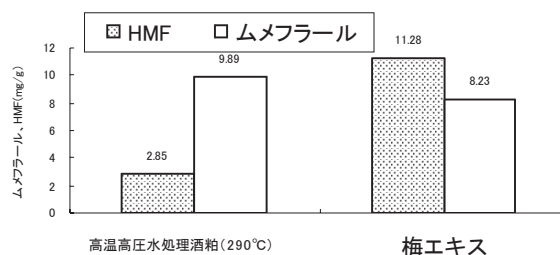


図4 梅エキスおよび高温高压水処理酒粕（90℃加熱）のムメフラールおよびHMF含有量の比較

市販梅エキス（クエン酸は乾燥重量で63%）と再加熱した高温高压水処理酒粕（同60%）のムメフラールおよびHMF含有量を図4に示した。図より高温高压水処理酒粕は梅エキスに比べてムメフラールが1.2倍、HMFが25%となった。高温高压水処理操作の簡便さ、および反応の早さを考慮すれば、従来の梅エキスからの製造に比べ非常に簡単に調製することができ、しかも生成量も多い。さらに、食品にとってあまり好ましくないHMF含有量が梅エキスに比べ25%と低い。以上のことを考えれば、本研究における酒粕および焼酎粕の高温高压水処理は、原料は副産物からであり操作方法も簡便で市販品と同等のムメフラールを含有する事から非常に有用な方法といえる。

4 まとめ

本方法により酒粕および焼酎粕から生理活性物質を生産することができた。具体的には、酒粕を再醗酵処理することによりACE阻害活性効果を強化することができ、特許出願するとともに製品化のための展開を検討している。また、高温高压水処理を利用することにより酒粕にACE阻害活性および抗酸化活性を強化することができ、クエン酸存在下では血流改善効果の高いムメフラールを高濃度で生成させることができた。これらの付加価値の高い酒粕は調味料等への利用が期待され、今後食品関連企業と検討を行う。

謝 辞

本研究は、平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業により実施しました。管理法人（財）新産業創造研究機構をはじめ関係各位に深く感謝します。

（文責 原田 修）

（校閲 桑田 実）

2 斜め織織物の開発と高性能・高機能繊維系製品の開発

小紫和彦，藤田浩行，瀬川芳孝，仙崎俊明，佐伯光哉，長谷朝博

1 目 的

播州織産地における斜め織織物のシーズとゴム製品製造業の伝動ベルト用基布としての斜め織織物のニーズをコーディネートすることにより、昨年度に継続し斜め織織物の研究を実施した。

今年度は、斜め織織機を開発を行うとともに、開発織機による製織技術の検討、製織した斜め織織物の伝動ベルト基布としての性能等を検討したので報告する。

2 斜め織織機の開発

播州織産地における斜め織織機の開発経緯としては、昭和 48 年頃にシャトル織機で試みられ、平成元年度に今回の開発基礎としたレピア織機で開発した織機¹⁾があり、今回の織機開発が 3 回目となる。今迄の織機は、たて糸の送だし装置或いは織物の巻取り装置が織機本体から独立させることができないため箄を斜めとし、クランク機構により箄打ちを行い、開口装置も箄に平行に設置していた。

今回の斜め織織機の開発において重要視した点は、斜め織織物の普及を考えて斜め織織機の商業生産が可能であることとした。今回の開発織機は、電子機器の飛躍的進歩により、送だし装置及び巻取り装置が任意に設置可能となったため、織機本体の箄、開口装置はそのまま送だし装置、巻取り装置を斜めに配置した。参考のために昨年度に決定した開発斜め織織機の仕様²⁾を表 1 に示すが、ベース織機は高速レピア織機（津田駒工業(株)製 FR001、箄幅 190cm）とし、斜め織織用に改良した事項は次の通りである。

- ① たて糸ビームから織前までのたて糸距離をなるべく同じとするため 3 本ビーム方式の電動送だし装置とした。
- ② 布巻取りは、斜め織織物の交差角の戻りを防ぐため、接触巻きの電動巻取りとし、加工工程まで巻いた状態を保持することとした。
- ③ 従来の箄打ち方向を 45° 方向変換する装置すなわち箄打ち装置を開発した。
- ④ レピア駆動は、従来通りである。しかし、レピアガイドはたて糸と平行とするため 45° 傾けた。

表 1 開発斜め織織機の仕様

項 目	仕 様
ベース織機	高速レピア織機
開口装置	10枚電子ドビー装置
箄打ち装置	両側確動カム駆動方式
送だし装置	3本ビーム・電動方式
巻取り装置	電動方式
回 転 数	300 RPM

⑤ よこ糸選択部分のヤーンデレクトを 45° 傾けた。

図 1 に開発斜め織織機を示す。開発の重要なポイントは、箄打ち装置の開発であった。

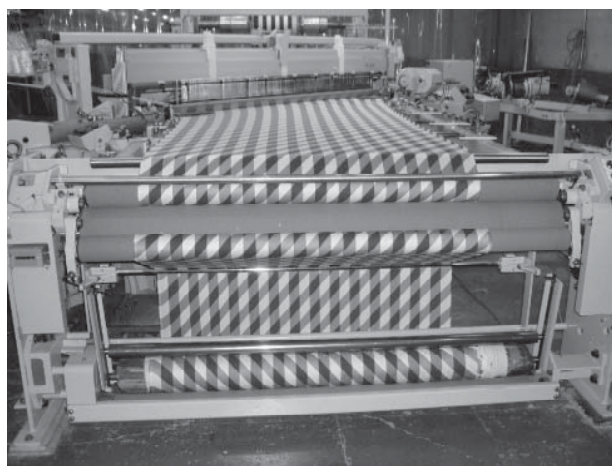


図 1 開発斜め織織機

従来の箄打ちは、箄打ちカムによって揺動運動するロッキングシャフトに同調運動する箄によって行われた。今回の開発は、ロッキングシャフトの揺動運動を応用して、ロッキングシャフトと箄を把持するスレーソードの間に揺動レバー等を設けることにより斜めの箄打ちを可能としている。図 2 に箄打ち装置の説明図を示すが、図中の 22 は箄、36 はロッキングシャフト、38 は第 1 揺動レバー、44 は第 2 揺動レバー等を示す。箄打ちを斜めにするためには、箄の箄羽は 45° 傾ける必要がある。なお、本箄打ち装置は特許出願中である。

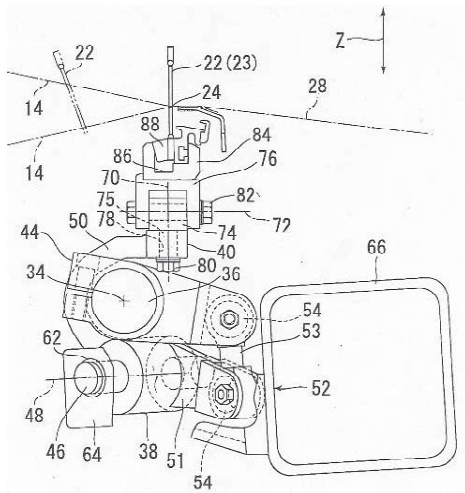


図2 箒打ち装置説明図

3 製織試験

斜め織機機の完成後、製織試験を行った概要は次の通りである。

斜め織機機で製織すると図3に示すような張力差を示し、伝動ベルト作成のためにゴムを擦り込むフリクション加工を行うと、図4のようにビーム境に筋が発生した。

製織性を向上する目的でたて糸ビーム張力の調整方法、ビーム幅の検討、ビーム境のたて糸クロス等いろいろと行った中で、特に効果があったのは、特殊テンプレの開発である。

織機のテンプレは、製織に伴い織物の急速な織縮みを抑制するために、織前近くで織物の両耳部を左右に引っ張る部品である。製織には重要な役割であり、よこ糸方

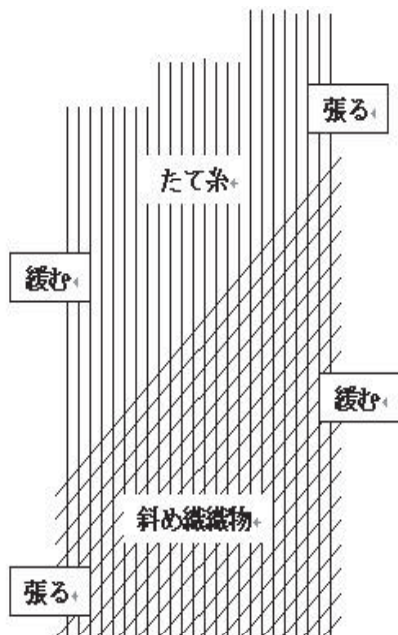
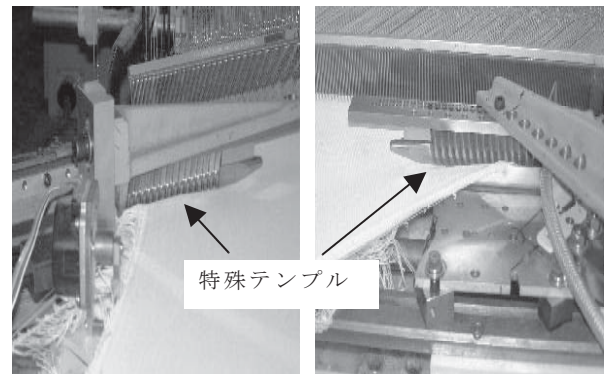


図3 斜め織機機の製織状態



図4 伝動ベルト作成時の3本ビームのシワ発生の問題

向に引っ張りつつたて糸方向に回転することが要求され、従来織機用のテンプレを使用していたのでは引っ張る方向に無理が生じる。この問題を解決するために斜め織機機用特殊テンプレを開発した。この特殊テンプレを取付けることにより、斜め織機機の製織性は飛躍的に良くなった。図5に特殊テンプレの取付け状態を示す。また、織前における織物の上下動を押さえることにより、



左側特殊テンプレ 右側特殊テンプレ

図5 特殊テンプレ取付け状態

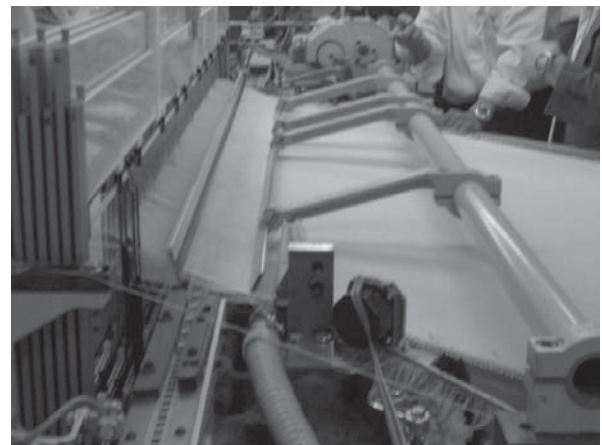


図6 織物押さえバーの取付け状態

織機の安定した稼動が可能となった。図6に織物押さえバーの設置状態を示す。

伝動ベルトの基布を中心に製織試験を行ったが、伝動ベルト基布は綿糸 20 番手 3 子使いの太番手である。さらに、衣料用織物として綿糸 80 番手双糸、カーシート用織物としてポリエステル加工糸 150 デニール使用等も試織したが問題なく織れた。

斜め織織機は、斜めに筈打ちするため、織物全幅でたて糸密度が同一になることは難しく、両端が粗く、中央が密になる傾向にあるため、たて糸密度むらが織物品質上問題があるならば、筈羽密度を位置により変えることである程度調整可能であることを確認した。

4 用途開発の検討

本研究のシーズとなった伝動ベルトの基布は、図7に示すように使われる。この基布に斜め織織物を使うと普通織物より曲げ剛性が低いため伝動効率が良くなり、省エネルギーとなる。図8が伝動効率を測定した結果であり、約1%の伝動効率の改良を認めている。数値的には僅かであるが、伝動ベルトの消費量が大きいいため効果は大きなものとなる。日本の伝動ベルトの消費量は約2,000万本/年であり20%に斜め織織物を使用するとし、平均使用動力3kw、平均使用時間8時間/日、平均稼働日数250日/年とすれば、省エネルギー電力量は24,000万kwhとなり、原油に換算して56,544klの省エネルギーとなる。なお、これに使用する斜め織織物は

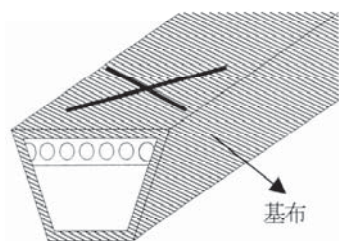


図7 伝動ベルト基布の使用状態

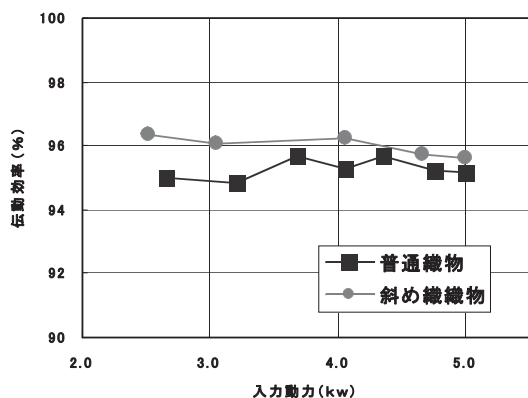


図8 伝動効率測定

30万m²となる。

斜め織織物の特性については前報²⁾で述べているが、特性を活かした伝動ベルト用基布以外の用途開発も必要と考える。用途としてはカーシート、シューズ生地、傘地、衣料用等いろいろと考えられる。用途展開には織物整理加工は必要と考えるので、衣料用を考えて試織した斜め織織物を実際の織物整理加工工程で試験した結果、問題なく加工が出来た。しかし、よこ糸がたて糸と直交する方向に動くため、織物幅が広がり、加工あがりにおいて交差角が約120°を示す。加工後に洗濯すると、条件によってはさらに直交状態に近づく傾向を示すため、実用性能についてはさらなる検討が必要と考える。また斜め状態を安定的に保持するためには、コーティング加工、ラミネート加工などが必要と考える。

5 まとめ

この研究は、斜め織織物のシーズとニーズをコーディネートすることから開始したものであり、斜め織織物の実用化を図るため汎用高速レピア織機をベースとして世界初の斜め織織機の開発ができた。

斜め織織機の製織性については、斜め織織機用特殊テンプレの開発が効果的であった。

ニーズとなった斜め織織物の伝動ベルト用基布としての有効性は確認出来た。しかし、伝動ベルトの実生産工程において課題が残っているため研究をさらに継続している。

斜め織織物は、特異な特性を持っているためカーシート、シューズ生地、傘地、衣料用等いろいろな用途展開が考えられるため、使用素材等も含めて実用化に向け検討を進める考えである。

謝 辞

本研究は、平成16年度地域新生コンソーシアム研究開発事業により実施しました。管理法人(財)新産業創造研究機構をはじめ関係各位に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1)産業資材用特殊織物の開発に関する研究，平成元年度加速的技術開発支援事業成果報告書西脇地区(1990)，兵庫県中小企業振興公社。
- 2)斜め織織物の開発と高性能・高機能繊維系製品の開発，平成15年度地域新生コンソーシアム研究開発事業成果報告書(1994)，(財)新産業創造研究機構。

(文責 小紫和彦)

(校閲 仙崎俊明)