

亜臨界水によるオカラの可溶化

化学技術部 生物学チーム 廣川 隆彦
廣井 哲也
企画部 企画調整室 青木 信義
化学技術部 化学材料チーム 村上 小枝子

オカラは、タンパク質や繊維質などを豊富に含んでいるのにもかかわらず、ほとんどが廃棄処分されている未活用資源である。本研究では亜臨界水を用いてオカラを処理して機能性物質を産生することを目的とし、機能性食品素材としての有効利用を目指している。亜臨界水の温度、圧力、処理時間の条件を変えたときのオカラの分解挙動および可溶化物の分子量分布について解析を行った。その結果、オカラのタンパク質を効率よく可溶化する亜臨界水処理条件を見出し、また亜臨界水処理で切断されやすい部位がオカラの中に存在する可能性が示唆された。

キーワード：亜臨界水、オカラ、可溶化技術

1 はじめに

豆腐製造過程で排出されるオカラは、そのほとんどが産業廃棄物として焼却等により処分されている。しかし、食品リサイクル法施行などを背景に、オカラの有効利用技術開発の必要性が高まっている。

一方、最近では疲労回復や抗酸化性、ACE 阻害活性などの機能性を持つペプチドが注目されており、健康食品素材として利用されているものも多い。オカラの中にはタンパク質が多く残存しており、我々は機能性ペプチドの原料として使えろと考えられる。しかし、オカラに含まれるタンパク質は水に溶解しにくい状態にあり、そのままでは酵素などで分解してペプチドを産生することは難しい。

そこで本研究では、分解力に優れている亜臨界水を用いてオカラを処理することによるオカラおよびオカラに含まれるタンパク質の可溶化について検討した。

2 実験方法

2.1 亜臨界水処理

亜臨界水処理試験には、図1に示す日本分光株式会社製の連続式超臨界水処理装置を用いた。処理条件は、温度を220、250、280、320、350℃とし、圧力を15、20、25MPa、処理時間を約4、7、13秒とした。試料には大山豆腐株式会社から提供されたオカラ乾燥粉末を用い、あらかじめ超臨界二酸化炭素で脱脂してから試験に使用した。脱脂オカラを純水で3.0%(w/v)に調製したスラリーを用いて亜臨界水処理試験を行った。

2.2 オカラおよびオカラに含まれるタンパク質の分解挙動の解析

亜臨界水処理液を遠心分離し、上清および沈殿物を得た。

亜臨界水処理後の可溶分率(%)および不溶分率(%)を、処理試験に投入したオカラ重量に対する上清および沈殿物の絶対乾燥重量から求めた。可溶分率と不溶分率を100から減じた値をロス分率(%)として算出し、亜臨界水処理によりガス化あるいは低沸点の物質に変換されたものとして扱った。これらの結果を用いて、オカラの亜臨界水処理後の挙動を解析した。

また、上清および沈殿物の乾燥物のタンパク質含有量をCHN 元素分析により定量し、上記と同様にオカラに含まれるタンパク質について可溶分率(%)、不溶分率(%)およびロス分率(%)を求め、亜臨界水処理後の挙動を解析した。

2.3 可溶化物の分子量分布測定

亜臨界水処理液の遠心上清について GPC 測定 (カラム: ProteinPak125, 検出波長: 230nm) を行い、可溶分の分子量分布を解析した。

3 結果と考察

3.1 オカラの分解挙動

処理温度の上昇や処理時間の長大に伴い、不溶分率が減少し、ロス分率が増加した。可溶分率は約50%でほぼ一定であった。圧力の影響は小さかった。その様子を図2で示す。処理温度の上昇や処理時間の長大によりオカラの可溶化が進んでいるが、同時にガス化や低沸点の物質の産生などの反応も進んでいることがわかる。

3.2 オカラに含まれるタンパク質の分解挙動

処理温度の上昇、処理時間の長大により不溶分率が減少し、可溶分率が増加した。圧力の影響は小さかった。その様子の一部を図3で示す。亜臨界水処理条件350℃、20MPa、7秒において可溶分率は70%以上に達し、ロス分率は10%程度であった。オカラの分解挙動とは異なり、

ガス化や低沸点の物質の産生などの反応はあまり起きず、タンパク質の可溶化が進んでいることが分かる。

3. 3 可溶化物の分子量分布

処理温度の上昇、処理時間の長大に伴い、可溶分の低分子化が進む様子が観察された。その様子の一部を図 4 で示す。また、処理液上清では複数のピーク（図中▽で示す）が見られることから、ある決まった分子量の物質が可溶分中に存在することが示唆された。それらのピークは亜臨界水で処理していないオカラの水抽出液では見られなかったことから、亜臨界水処理によって産生した物質由来していると考えられる。よって、亜臨界水処理で切断されやすい部位がオカラの中に存在し、生成しやすい可溶分が存在すると推察される。

4 まとめ

亜臨界水条件を変えてオカラを処理した時の分解挙動について検討した。その結果、オカラに含まれるタンパク質の 70%以上を可溶化し、かつロス分率が 10%程度に抑えた条件を見出した。今後は、亜臨界水処理でオカラに含まれるタンパク質を分解して得られるペプチドの機能性を評価し、機能性食品素材としての有効利用を目指していく。

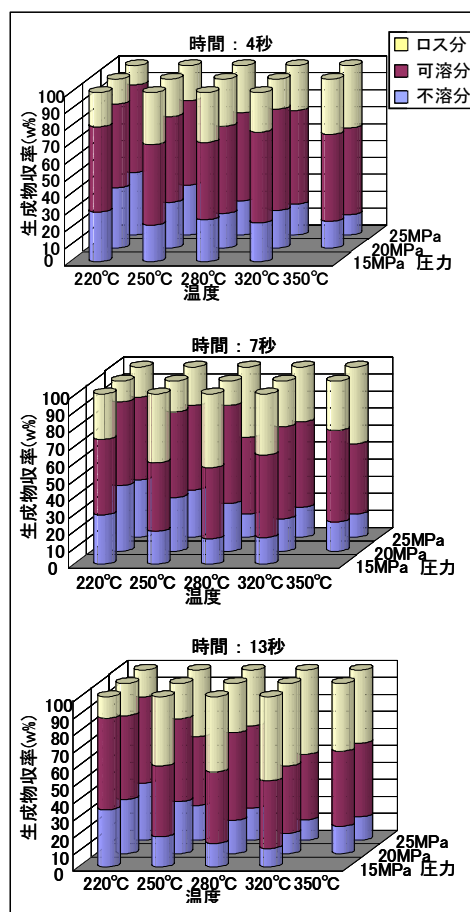


図 2 オカラの分解挙動

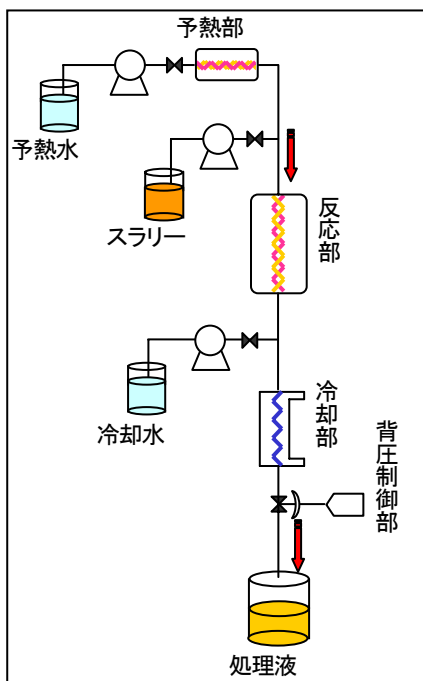


図 1 装置模式図

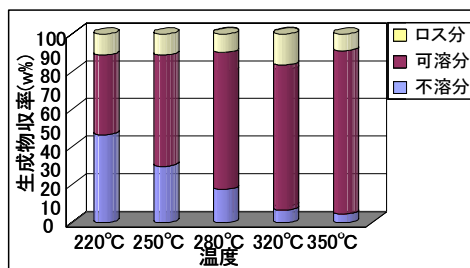


図 3 オカラに含まれるタンパク質の分解挙動 (亜臨界水処理条件 20MPa、7 秒)

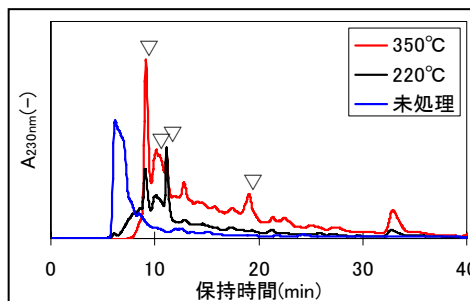


図 4 処理液上清の GPC クロマトグラム (亜臨界水処理条件 25MPa、13 秒)