

抗菌・消臭能を有する茶葉配合紙の開発

—天然素材を利用した鶏舎用資材の開発—

大橋俊平 高橋雅樹 藤原健成
八塚愛実 若田雄吾*¹ 横田博志*² 国武哲則*²

Antibacterial and deodorant paper using tealeaves
- Development of farming material for poultry house by using natural material -
OHASHI Syunpei, TAKAHASHI Masaki, FUJIWARA Kensei,
YATSUZUKA Manami, WAKATA Yuugo, YOKOTA Hiroshi and KUNITAKE Tetsunori

茶葉に含まれるカテキンには、抗菌及び消臭効果があることが知られているが、水溶性であることから抄紙工程で溶出し、機能が低下してしまう。そこで、本研究ではカテキンの水への溶出を抑えるため吸着剤を用いて茶葉配合紙を試作し、その抗菌性、消臭効果並びに各種物性評価を行った。その結果、ラボスケールにおいては抗菌性及び消臭能を確認することができたが、実験鶏舎においては結果が安定せず、さらなる検証が必要であることが分かった。また、茶葉を配合することにより紙の引張強度は低下するものの、吸水性は向上することが確認された。

キーワード：機能紙、茶葉、抗菌、消臭

はじめに

近年、消費者の食の安全・安心や環境等に対する関心の高まりを受け、養鶏農家においては徹底した消毒等による衛生対策の強化を図り、疾病の発生予防と悪臭防止に努めている。一方、茶葉に含まれるカテキンには抗菌及び消臭効果があることが知られている¹⁾²⁾が、製茶工程で茶葉の一部が廃棄されている。これまでも茶葉や茶殻を配合したシートは市場に流通しているが、カテキンは水溶性であることから抄紙工程で溶出し、機能が低下してしまう等の問題があった。そこで、本研究ではカテキンの水への溶出を抑えるため吸着剤を用いて茶葉配合紙を試作し、鶏舎での利用を想定し、ラボスケールおよび実験鶏舎で抗菌性、消臭効果並びに各種物性評価を行ったので報告する。

実験方法

1. 実験試料

原料茶葉として粉碎された緑茶（大きさ直径1～3mm程度）、パルプとしてろ水度を600ml（csf）に調製した針葉樹化学パルプ（NBKP）及び広葉樹化学パルプ（LBKP）を使用した。湿潤紙力剤としてWS4010（星光PMC(株)製）、歩留まり向上剤としてセラフィックスST（明成化学工業(株)製）及びファイレックスM（明成化学工業(株)製）を使用した。また、茶葉に含まれるカテキンの吸着剤として天然の粉末である吸着剤を使用した。

2. 抄紙機によるシートの試作

一定速度で攪拌中のパルプ（NBKP/LBKP=8/2）の水分散液に、茶葉及び吸着剤を配合した。このときパルプの配合率が70%（w/w）、茶葉の配合率が20%（w/w）、吸着剤の配合率が10%（w/w）となるようにした。次に湿潤紙力剤（対固形分2%（w/w））、セラフィックスST（対固形分3%（w/w））及びファイレックスM（対固形分3%（w/w））をこの順序で添加し、一定時間攪拌し、抄紙用紙料とした。調成した紙料を用いて抄紙機（川之江造機(株)製）の傾斜短網パート（大昌鉄工所(株)製）にて坪量100g/

*1 養鶏研究所 *2 カミ商事(株)

この研究は、「採卵鶏における天然素材を活用した衛生管理技術確立試験」の予算で実施した。

m²のシートを作製した。抄造条件は、抄速 15m/min、抄幅 500mm、ドライヤー温度 120℃とした。また、対照として、パルプのみのシートを作製した。なお、本報告において対固形分とはパルプ、茶葉及び吸着剤の合計に対する重量%である。

3. カテキンの歩留まり評価

シートを試作した際のカテキンの歩留まりを評価するため、抄紙機用プラスチックワイヤーメッシュ (OF-65 日本フィルコン(株)製) をブフナー漏斗に取り付け、紙料を別途、減圧ろ過後、ろ液を孔径0.45μmのシリンジフィルターにより前処理した。前処理後のろ液中のカテキンの量を高速液体クロマトグラフ (LC-VPseries 株式会社島津製作所製) により測定した。カラムはODSカラムであるPhenomenex Gemini 5u C18(5μm, 4.6ID×150mm 株式会社島津ジーエルシー製) を使用した。

4. シートの評価試験

(1) 物性評価

試作したシートの密度、比引張強さ、比破裂強さ、吸水度をそれぞれ JIS P 8118:1998、P 8113:2006、P 8112:2008、P 8141:2004 に準じて測定した。また、劣化試験については恒温恒湿機 (THE051FA アドバンテック東洋(株)製) を用いて温度 80℃、湿度 65%の雰囲気下に試料を静置した後、強度測定を行った。静置時間は 24、72 時間とした。

(2) 抗菌試験

試作したシートについて JIS L 1902:2008 を参考に、肺炎かん菌を用いて菌の接種直後及び 18 時間培養後の生菌数を測定した。また、劣化試験については物性評価の劣化試験と同雰囲気中に試料を 72 時間静置した後、抗菌試験を行った。

(3) 消臭試験

i) ラボスケールでの消臭試験

試作したシートの消臭効果を評価するため、2枚のシートをコルゲート加工で貼り合わせ、片面ダンボール状にしたシート資材 (坪量 250g/m²) を試作し、アンモニアの消臭試験を行った。試験の概要を図 1 に示す。濃度 0.025% (w/w) に調製したアンモニア水 200ml 及び試作したシート資材 (45cm×60cm×2枚 135g) を密閉したアクリル容器 (0.187m³) 内に設置し、一定時間ごとにガス検知管 (No.3L 株ガステック製) を用いて容器内のアンモニア濃度を測定した。

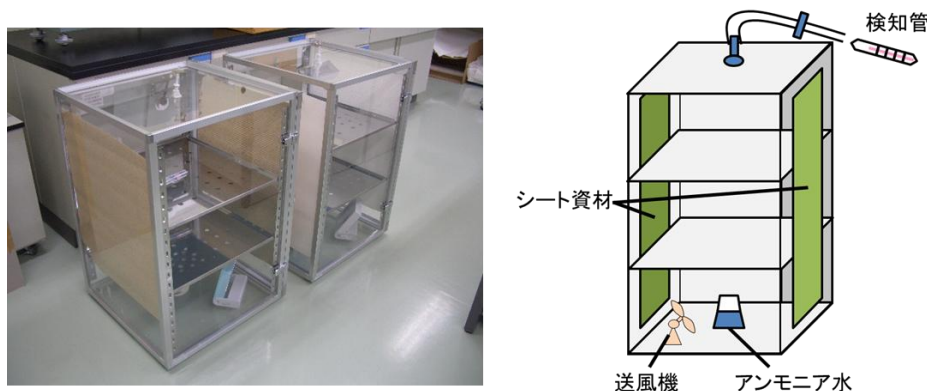


図1 ラボスケールでの消臭試験の概要図

ii) 鶏舎での消臭試験

実験鶏舎での消臭試験の概要を図 2 に示す。鶏舎の一部の雛壇ケージ (196×550×350cm、128羽飼養可能) に鶏を 20羽飼養し、鶏を導入後 2週間目に飼養した状態で僅かな隙間を開けてケージ全体を覆うようにシート資材を設置した (約 105m²)。なお、鶏舎での消臭試験用資材として、前述のアクリル容器内での消臭試験用資材のライナ部に補強のため厚さ 40μm のフィルム (OPP#40 新タック化成(株)製) を貼りあわせたものを使用した。シート設置後、4週間後及び 6週間後に各試験区の天井部に 4か所検知管 (No.3DL、No.3D 株ガステック製) を設置し、アンモニア暴露量を測定した。

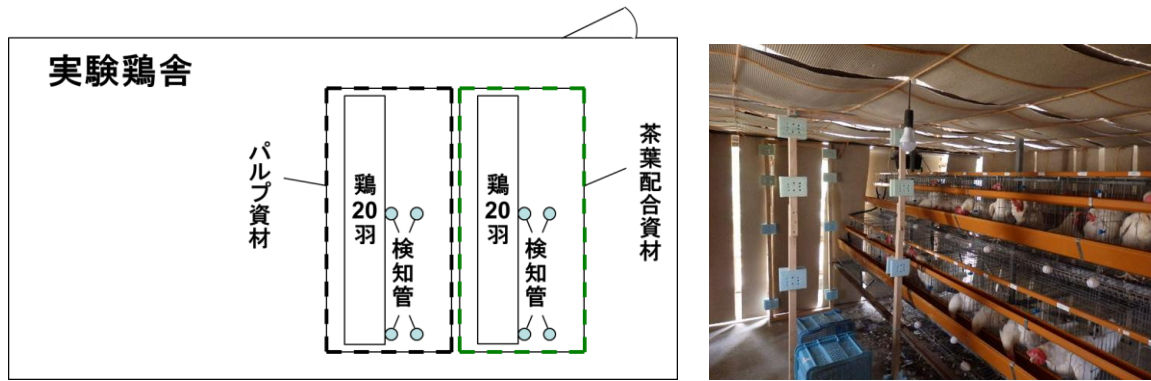


図2 鶏舎での消臭試験の概要図

結果と考察

1. カテキンの歩留まり評価

カテキンの溶出を抑えるため、吸着剤を 10%(w/w)配合し、茶葉配合紙の紙料を調成した。blankとして吸着剤を用いずに調成した紙料を用いた。調成した紙料を抄紙で用いるプラスチックワイヤーメッシュを用いてろ過し、ろ液中のカテキン量を高速液体クロマトグラフにより測定した。その結果、図3に示すように、吸着剤を用いることにより、カテキン由来のピーク1～5のすべてのピークが小さくなった。このことから、吸着剤を用いることにより、カテキンの溶出を抑え、シート中により多くのカテキンを含ませることが可能であると推察されるため、以降、茶葉配合紙の試作には吸着剤を用いることとした。

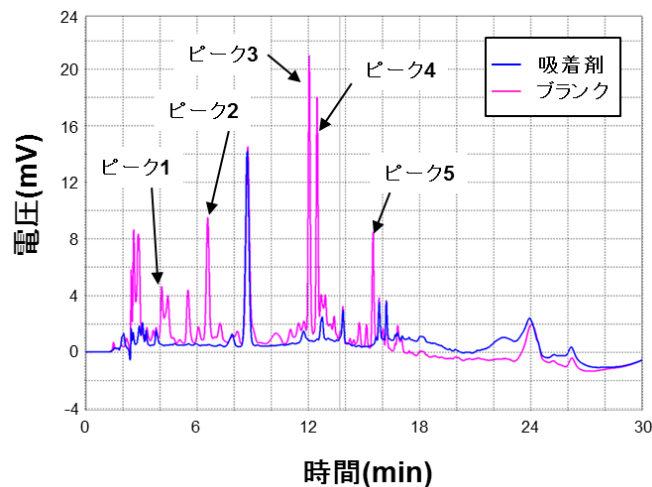


図3 ろ液中の液体クロマトグラム

2. シートの物性評価

試作したシートの密度を測定したところ、パルプシートが約 0.67g/cm^3 であるのに対し、茶葉配合紙は約 0.43g/cm^3 と低くなった。次に、比引張強さ(縦・横)及び比破裂強さを測定した結果、図4及び図5に示すとおり、どちらの強度についても茶葉配合紙はパルプシートに比べ低くなることが確認された。これは、厚みのある茶葉や、吸着剤により木材繊維間の水素結合が阻害されたことによるものと推察される。また、いずれのシートも劣化処理を行うことにより、強度は若干低下もしくはほぼ横ばいで推移し、著しい変化は見られなかった。また、クレム吸水度を測定したところ、図6に示すとおり、茶葉配合紙はパルプシートに比べ、高い吸水性を有するが、劣化処理を行うことにより、パルプシートとの差が小さくなることがわかった。これは含まれる茶葉が変質したためと推察される。

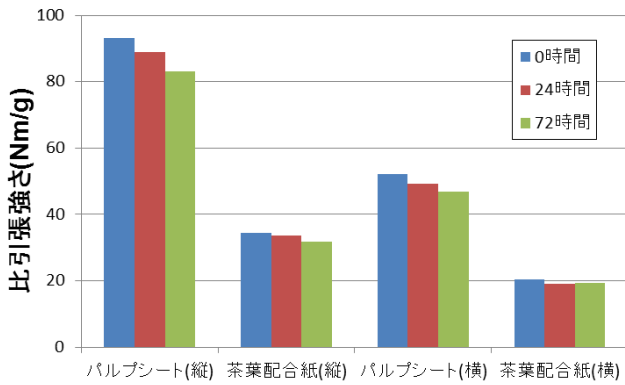


図4 劣化処理によるシートの比引張強さへの影響

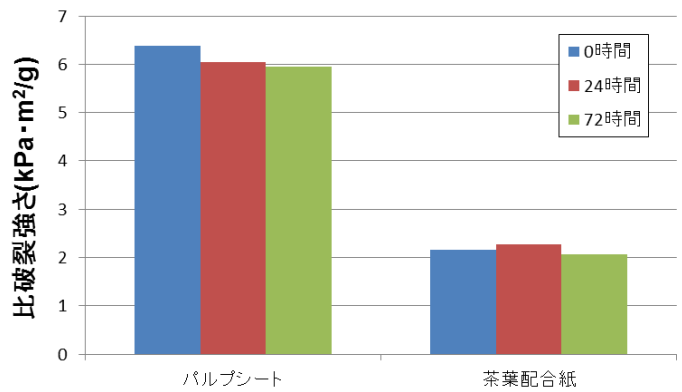


図5 劣化処理によるシートの比破裂強さへの影響

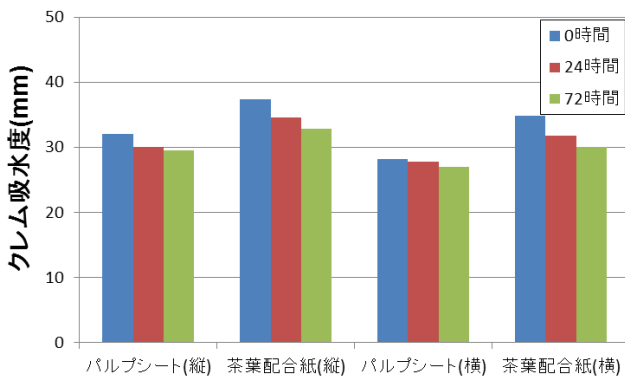


図6 劣化処理によるシートの吸水度への影響

3. シートの抗菌試験

茶葉配合紙及び対照として茶葉及び吸着剤を含まないパルプのみで作製したパルプシートについて肺炎かん菌を用いて抗菌性の評価を行った。また、劣化による性能の低下について検討するため、恒温恒湿機内で温度 80℃、湿度 65%の雰囲気下に 72 時間静置したシートについても同様に抗菌試験を行った。その結果、表 1 に示すとおり、パルプシートは抗菌性を持たないが、茶葉配合紙はカテキンを含有することから高い抗菌性を有することが確認された。また、劣化処理を行ったシートについてもそれぞれ同様の結果が得られたことから、茶葉配合紙の抗菌性は一時的なものではなく、一定の期間持続するものであることが確認された。

表 1 シートの抗菌性評価結果

No.	パルプ%(w/w)	茶葉%(w/w)	吸着剤%(w/w)	接種直後 (個/ml)	培養後 (個/ml)	抗菌性	劣化処理
1	100	0	0	1.6×10 ³	4.1×10 ⁵	×	処理前
2	70	20	10		0	○	
3	100	0	0		3.3×10 ⁵	×	処理後
4	70	20	10		0	○	

4. シートの消臭試験

(1) ラボスケールでの消臭試験

単位面積当たりの消臭機能を高めるため、茶葉配合紙及びパルプシートについてそれぞれ片面ダンボール状にした資材を試作し、三角フラスコに入れたアンモニア水と共にアクリルケース内に設置した。電池式送風機を用いてケース内の空気を循環させ、一定時間ごとにケースの上部よりケース内の

空気を抜き取り、ケース内のアンモニア濃度を測定した。また、比較として資材を設置しない場合についても同様の試験を行った。その結果、図7に示すとおり、資材を設置しない場合に比べ、資材を設置したケース内のアンモニア濃度は低く抑えられることがわかった。茶葉を含まないパルプシートを設置することによりアンモニア濃度が低くなる理由は、パルプシートが木材繊維の積層物であるため、表面積が大きく、その表面にアンモニアが吸着したためであると考えられる。また、茶葉配合紙についてはアンモニアの木材繊維への吸着作用に加え、茶葉に含まれるカテキンの消臭作用が働くことにより、さらに低い濃度に保たれており、高い消臭能を有することが確認できた。

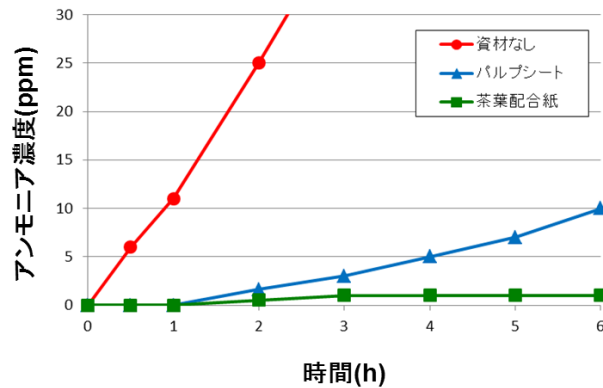


図7 ラボスケールでのアンモニア消臭試験

(2) 鶏舎での消臭試験

ラボスケールにおける管理された雰囲気での消臭試験の結果、試作した茶葉配合紙は高いアンモニア消臭能を有することから、スケールアップし、実験鶏舎において消臭試験を行った。鶏20羽を飼養している雛壇を覆うように茶葉配合紙及びパルプシートからなる480mm幅の片面ダンボール状資材を設置した。なお、前述の結果のとおり、茶葉配合紙は強度が低いことから補強のため各資材ともライナ部にフィルムを貼り試験に供した。また、密閉すると結露によるカビの発生など鶏に弊害があることから、空気の入りが可能になるよう、資材と資材の間に約50mm程度の隙間を空けた。環境を変えたことによる鶏のストレスが軽減されるのを待ち、シートを設置後、4週目及び6週目に各試験区の天井部のシートに検知管を設置し、鶏舎内のアンモニア濃度を評価した。その結果、図8に示すとおり4週目の測定においては茶葉配合紙を設置した試験区のアンモニア暴露量がパルプシートを設置した試験区に比べ、わずかに低くなった。しかしながら、0.5時間後のアンモニア量には差があるものの、その後の増加量で比較するとほとんど差は認められなかった。また、6週目の測定においては両試験区において明確な差が認められなかった。以上の結果より、鶏舎の試験においては茶葉配合紙が有する消臭能の明確な効果は確認できなかったが、これは鶏舎内の風の流れや温度・湿度の変化、鶏の動向などにより、条件が安定しないためであると推察される。また、茶葉配合紙の片面ダンボール資材は試験後においても目立った傷みは認められなかったことから、フィルムで補強した資材は使用上十分な強度があることが確認された。

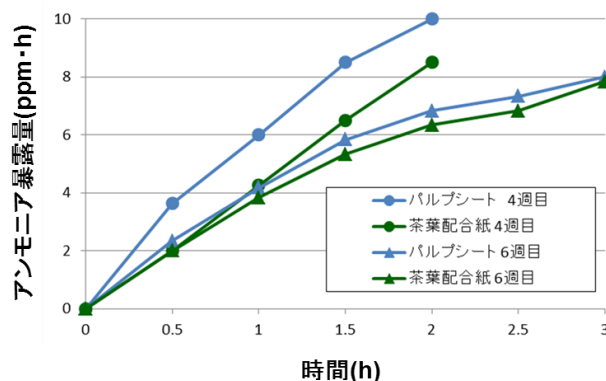


図8 鶏舎でのアンモニア消臭試験

ま と め

1. 茶葉配合紙を試作する際、吸着剤を使用することにより、水溶性であるカテキンの溶出を抑えることができた。
2. 吸着剤を使用した茶葉配合紙は強度が低下するものの、吸水性が向上するとともに、肺炎かん菌に対する抗菌性並びにアンモニア消臭能を有することが確認できた。
3. 鶏舎における実証実験においては茶葉配合紙のアンモニア消臭効果は明確に確認されなかったが、フィルムで補強した茶葉配合片面ダンボール資材は十分な強度を有することを確認できた。

文 献

- 1) 原征彦:茶カテキン類の機能性とそれらの応用例, 日本食品保蔵科学会誌, Vol.26,No.1,p47-54(2000).
- 2) 根岸紀:食品と消臭, 日本食品生活学会誌, Vol.10,No.3,p15-19(1999).