

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 山本 学

現状適用されている紙の軽量化技術、嵩高化技術としては、機械パルプの利用、有機系薬品である嵩高剤、無機系填料である多孔性填料の使用による繊維間結合を抑制する方法が挙げられる。しかし、製造される紙の光学特性は低下し、力学物性も低下し、必ずしも上質印刷情報用紙として十分な物性を有していない。そこで、本研究では、新しい多孔性填料の合成と紙への添加剤としての利用の可能性に焦点をあて、多孔性填料の合成条件と、得られた多孔性填料の粒子特性が嵩高性、不透明性および紙力に与える影響について検討した。また、改良合成法として新たに珪酸ナトリウムと鉍酸を直接反応させる直接酸分解法等についても検討した。さらに実験室レベルからパイロットレベル、工場生産レベルへとスケールアップを試み、実機レベルでの有用性を検討した。以上の緒言および研究目的、概要を第一章として記載した。

第二章では、珪酸ナトリウムと鉍酸を直接反応させる酸分解法を、条件を変えて検討して多孔性填料を調製し、粒子特性が、紙の嵩高性、不透明性等に及ぼす影響について検討した。多孔性填料は、非晶質シリカの一次粒子が凝集し、二次凝集粒子を形成しているため、大量の細孔を包含して細孔表面積および細孔体積が大きくなっている。一次粒子径が大きくなると紙の密度が低く嵩高性は増加するが、大きすぎると嵩高性が低下した。また、二次凝集粒子径が大きくなると紙の密度が低く嵩高性は増加した。二次凝集粒子径が小さくなると多孔性填料の光散乱度は高くなり、紙の不透明度も高くなることが認められた。

第三章では、合成反応開始時に耐アルカリ性の微小粒子として炭酸カルシウムを共存させることにより、粒子物性の変化を検討した。炭酸カルシウムの添加量が多くなると粒度分布は均一になる。また炭酸カルシウムの添加量が一定量まで増加すると多孔性填料を紙に添加した際の嵩高性は向上し、不透明性が向上することが認められた。従って、炭酸カルシウム微小粒子を多孔性填料合成反応時に存在させることで、粒度分布を大きく向上でき、一次粒子、二次凝集粒子の最適化によって、嵩高性、不透明性に優れ、紙力低下の少ない多孔性填料を製造できることが判明した。

第四章では、反応時に炭酸カルシウム微小粒子を用いて製造した多孔性填料について、実験室レベルからパイロットレベル、工場レベルへとスケールアップを試みた。その結果、工場レベルにおいても、実験室レベルで製造した多孔性填料と同様の粒子物性を得ることができ、紙に含有した際には嵩高性、不透明性に優れ、紙力低下の小さい多孔性填料を製造できることを確認した。

第五～七章では、多孔性填料合成反応時に珪酸ナトリウムを中和する硫酸の一部を硫酸アルミニウムに代替する効果を検討した。硫酸アルミニウムの中和比率 20%で最も紙の密度が低く嵩高性が高くなることが判明した。多孔性填料の光散乱度および紙に含有させた際の不透明性も低下しないことが認められた。従って、前章の硫酸の一部を硫酸アルミニウ

ムに代替することで、スラリー粘度が低くハンドリングが良好で、紙の嵩高性および不透明性に優れた多孔性填料を製造できることが明らかになった。本合成システムを実験室レベルからパイロットレベル、工場レベルへとスケールアップを試み、工場レベルにおいても、実験室レベルで製造した多孔性填料と同様の粒子物性を得ることができ、スラリー粘度が低く、紙に含有した際の嵩高性、不透明性に優れた多孔性填料を製造できることが確認できた。また、珪酸ナトリウムと硫酸を直接反応させて得られる多孔性填料についても、同様の工場レベルでの効果を確認した。

第八章では、合成した多孔性填料の抄紙工程での添加量を変化させ、紙質への影響および紙中への多孔性填料の紙中定着量を検討した。二次凝集粒子径が大きくなると、また紙中含量が多くなると密度が低く嵩高性が高くなった。紙力は、二次凝集粒子径に関わらず紙中含量が増加すると低下した。また、硫酸アルミニウムの中和比率が高くなると多孔性填料の表面電荷は高くなり紙中定着率は向上した。

以上のように、珪酸ナトリウムと酸を直接反応させる方法を基本原理とした新規多孔性填料の合成条件と特性評価について検討し、粒子物性が紙質に与えるメカニズムに関する多くの新しい知見が得られた。また、その粒子物性の制御方法を見出し、その制御方法によって特徴ある高品質な多孔性填料を工場レベルで製造しその有用性を確認した。これらの研究成果は、今後工業レベルでの紙の軽量化、高性能化に大きく貢献できるものと考えられ、学術的にも応用－実用化技術としても重要である。従って、審査員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。