

論文の内容の要旨

生物材料科学専攻 平成17年度博士課程進学

氏名 柴谷正也

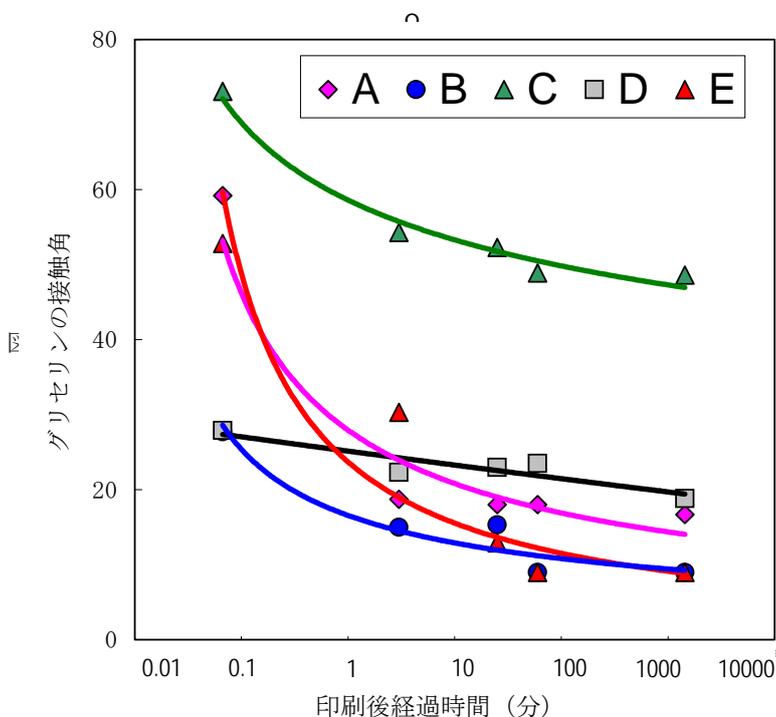
指導教員名 江前敏晴 准教授

論文題目 印刷物に残存するインクジェットインク成分の挙動に関する研究

低エネルギーでインク滴を飛ばすことができ、印刷物の乾燥過程にエネルギー負荷をかけることなく印刷が可能なインクジェット法は、環境にやさしく手軽に非常に高品位なフルカラー印刷が可能な印刷法として、近年、急速に発展してきた印刷方法である。このインクジェット印刷がさらに応用される領域を増やすためには、比較的弱いとされがちな、速乾性を伴った高速印刷を実現していくことが挙げられる。このような速乾性を確保するためには、まずインクの固形分を上げることが対策の1つとなりうるが、インクの粘度等、吐出が可能となる物性的な制限からこれにはある程度の限界がある。一方では、インク含有の液体成分がすばやく吸収、除去、もしくは揮発されることが望ましく、そのためには、印刷物を乾燥させる装置を付与することが挙げられる。しかし、それでは本来の低エネルギーであるメリットが生かされず、矛盾を生じてしまう結果をまねく。残された手段としては、インクに添加されている高沸点溶剤など、乾燥に悪影響を及ぼす素材を不要とすることが望ましい。しかし安定的にインク滴をノズルから飛翔させるために、こういった成分はある程度インクの構成組成から抜けないのも実状である。こういった状況をふまえ、高沸点溶剤を上手に使いこなしたプリンター構成要素設計を行うことで、弱いとされていることへの対策が見えてくるはずであるが、実際、その高沸点溶剤が印刷物中でどのように残存し、印刷物の性能にどのような影響を与えているかについて、これまであまり十分な検討が行われていなかった。よって本研究では、このような課題に対する基礎的なアプローチとして、この高沸点溶剤に着目し、その基本的な印刷物中の残存性を明らかにすることを目的として行われたものである。特に代表的な高沸点有機溶剤であるグリセリンに着目し、残存性を定量的かつ可視化する手法に重点をおいて研究をすすめた。

第二章

インクジェットインクや専用紙の技術開発について整理記載したものである。インクについては、それぞれの種類に応じて、どのような成分を配合する必要があるかについて述べた。専用紙については製造工程の特徴ならびに必要な成分についても記述した。こういったプリンター構成要素については、あまり報文では技術公開されていないため、特許を中心とした技術情報をもとに整理を行った。本研究で視点をおいている高沸点溶剤は、課題解決の歴史から考慮しても、技術進化していない構成成分であることがわかる。



第三章

熱分解 GC を応用して、顔料インクを使用した場合の印刷物中におけるグリセリンの残存量を定量化し、その残存量と顔料インクの耐擦性（キズつき易さ）について関連

性を検討したものである。以前から、高沸点溶剤が耐擦性に悪影響を及ぼしていることが指摘されていたが、本手法によりその相関関係が明らかになった。すなわち、インク層に含まれるグリセリン量と耐擦性には高い負の相関が見られ、インク層にグリセリンが残ってしまうほど耐擦性が悪化することがわかった。またこのインク層中のグリセリン残存量は、使用する用紙によって異なる傾向があることがわかった。グリセリンが濡れ広がり易い塗工層を持つ用紙ほど、耐擦性が高くなることがわかった。

第四章

安定同位体でラベルしたグリセリンを用いて作成した印刷物を用いて、Dynamic-SIMS(二次イオン質量分析装置)により印刷物中における残存グリセリンの可視化検討を行った。本手法によれば、グリセリンのよう

に、炭素や水素、酸素原子で構成されており、かつ、特徴的な置換基をもたない脂肪族化合物についても、印刷物中の残存挙動を可視化する形で定性分析することができる。

グリセリンがインク層および用紙塗工層に残存することが、重水素(2H)のピークとして観察された。もっともグリセリンが多く存在している箇所は、インク層と用紙塗工層の界面付近(中間層)およびその下部である用紙塗工層最表面であることがわかった。残存するグリセリンは印刷後の時間経過とともに次第に減少するが、印刷後7日してもまだインク層や界面付近の中間層ならびに用紙塗工層最表面に残存していることがわかった。この残存性は使用する用紙によって異なり、第三章における傾向を裏付けるものとなった。すなわち、グリセリン濡れ性が悪い用紙ほど、インク層や中間層ならびに用紙塗工層最表面に多くのグリセリンが残存していることがわかった。

図 3. 残存グリセリン量と臨界荷重の相関関係
用紙 A ~ E (5 種) 使用

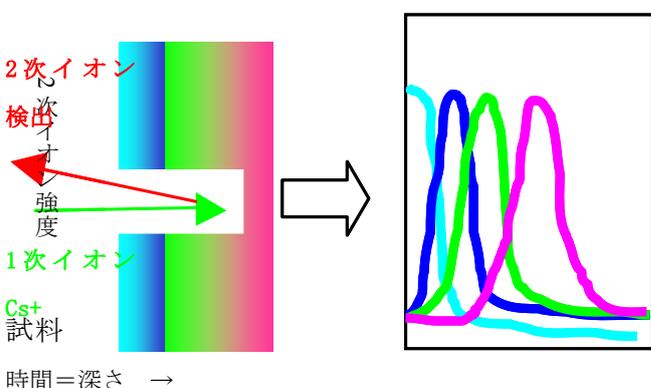


図 4. SIMS分析による印刷物分析の概念図

第五章

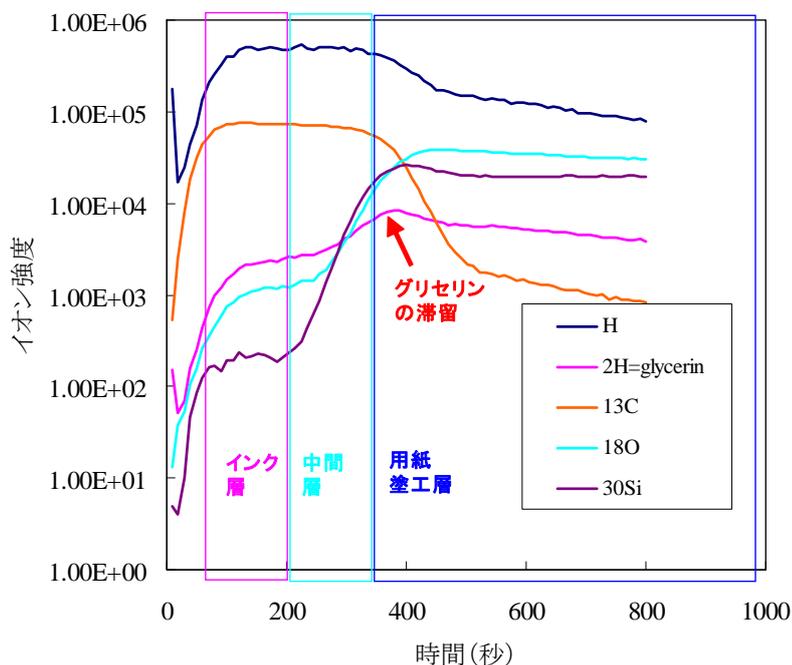
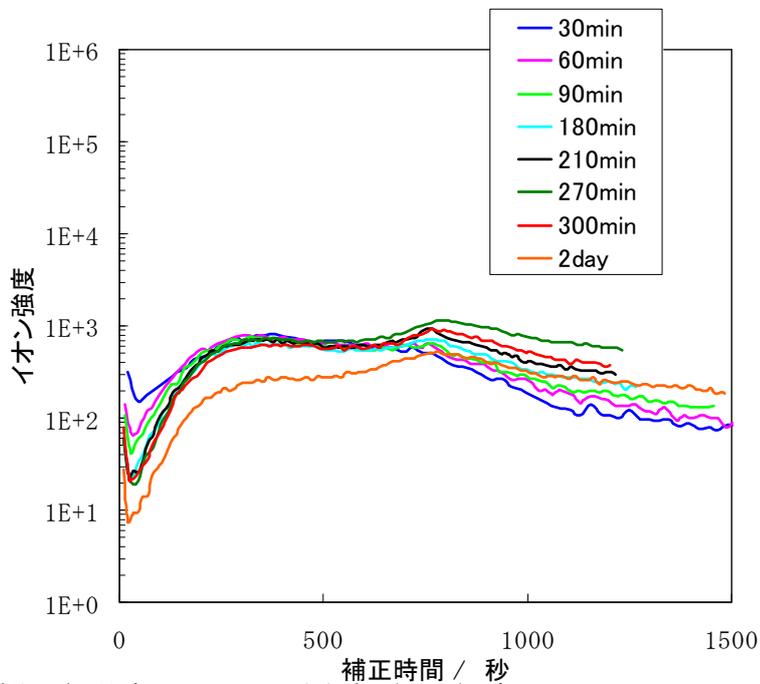


図 5. 用紙 A, マゼンダインク使用、印刷後 24 時間経過サンプルにおける二次イオンプロファイル

グリセリンがなぜ用紙最表面付近で多く滞留するのか、いくつかの実験を行って考察した。まず印刷後の経時時間が短い試料を用いた。行った D-SIMS 分析結果から、印刷後 30 分程度では、中間層や塗工層最表面における滞留よりも、インク層中に多くの残存グリセリンが存在しているが、印刷後 120 分以上からは徐々に中間層ならびに用紙塗工層最表面に滞留が始まることがわかった。このことから、印刷後しばらくすると用紙最表面に残存するグリセリンの浸透・拡散を阻害する層が出来ている

可能性が示唆された。グリセリンを37%含む水溶液での吐出実験結果から、加熱乾燥しても残る残存痕が用紙表面に観察された。また、グリセリンはポリビニルアルコールの可塑剤に使用されること、印刷後10分程度でインク由来の水分は揮発してくることなどから、残存するグリセリンが用紙塗工層最表面のポリビニルアルコールを膨潤させ、残存グリセリンの用紙塗工層中への拡散を遅くしている可能性が考えられる。



まとめ

以上、インク含有高沸点溶剤の用紙中における残存性を可視化する手法を見出し、発生する課題の原因推定を行うことが出来た。この知見は高沸点溶剤を用いざるを得ないインクを使う場合、いかにして速乾性をあげるかといった課題を検討するための重要な知見である。今後は本結果を元にインクならびに用紙設計を行うことにより、インクジェットの特長を生かした、幅広い印刷分野への展開が期待される。

図6. 印刷後の経過時間における重水素 ($2H$) 変化
($13C$ 基準で時間補正)