

私的プラスチック工業史—人と技術とプラスチックと—〈XIX〉

Part1 幼少時代から会社に入社まで

金井俊孝*

はじめに

私は、大学入学以来、高分子分野の研究・開発に従事しており、約半世紀近くこの分野に携わっていることになる。この間、高分子の研究を開始した時には考えられないほど広範囲な用途にプラスチックが応用され、自動車、家電、食品や医薬品などの包装材料、液晶や有機ELディスプレイ、電池、スマホ、農業資材、家具など、プラスチックは日常生活を便利にし、現在では必要不可欠なものになってきている。この分野に、多くの方々が研究開発に取り組んだ賜物である。一方で、プラスチックの利用が大量でかつ広範囲になるに従い、プラスチックが世の中に溢れ、そのごみ問題が環境問題や海洋汚染にもなりつつあり、これらの対応が重要な課題にもなってきている。

この度、私的プラスチック工業史の原稿を依頼され執筆中であるが、現在の環境はコロナウイルス感染症の問題により、世界各国にウイルスが蔓延し、日本では第3回目の緊急事態宣言が発出され、感染者数は依然として多いままで、なかなか自由に行動できない状況にある。出張にもかなり影響があり、国際会議の出席や国内外の出張も難しい状況にあり、仕事のほとんどを事務所で行いながら、WEBを利用して会

議や打合せを行っている状況である。この1年で、大きく仕事の形態が変わりつつある。

最近、私の関係する研究・開発テーマとして、プラスチックはディスプレイ、5Gなどの通信機材、Li電池の延伸フィルム、自動車の軽量化材料、長期保存できる食品・医薬品包装などに応用され、今後の通信やIT技術、長期保存食品、環境対応にも大きな貢献ができる分野でもある。私が高分子材料の開発やプラスチック製品を扱い始めた45年近く前の頃にはとても想像がつかない分野にまで、応用分野が進んでいる。

そんなことを考えながら、私が辿ってきた時代を振り返りながら、執筆している。

今回の与えられたテーマである私的プラスチック工業史として、個人的な内容が主体になるが、次の4つのパー

トに別けて、執筆してみたい。つまり

1. 幼少時代から会社に入社まで、2. 米国留学時代、3. 研究所時代、大学の研究室の運営、学会活動、4. 退職後のコンサルタント活動の4つのパートに別け、執筆させていただいた。パート4の最後の頁に一括して、文献リストを掲載する。少しでも、読者の参考になれば幸いである。

1. 幼少時代

私は、1952年3月15日に川崎市桜本町に生まれた。父が川崎に工場のある昭和電工の扇町工場に勤務していて、会社の社宅が工場から自転車ですら15分くらいの所にあり、そこで生まれた。社宅ではあったが、かなり広い庭もあった。裕福とはいえなかったが、周りには同世代の子供達がたくさんいて、暗くなるまで近所の友達といつも



図1 生まれて間もない頃の筆者の写真（左が筆者、右は兄）

* Toshitaka Kanai
KT POLYMER 代表
Tel. / Fax. 0438-62-4411



図2 三輪車で遊ぶ筆者



図3 芋をもらってヤットおとなしくなり写真を撮れた一枚(右が筆者)

遊んでいた。小学校も近くにあった桜本小学校に通い、便利な場所であったが、問題は工場地帯であったため、工場や製鉄所の煤煙がひどく、空気は悪かった。そのため、毎月近所のお医者さんにかかっていた。小学校に入学し、友達もたくさんできた。

小学校2年生の頃、父から会社で作文を募集しているから書いてみないかといわれ、“うちのお父さん”という題目で書いた。それが当選し、扇町工場の事務所で、当時の事業所長から表彰された。半世紀後、学会の研究会の会合で偶然その場所に行くことになったが、その事務所に入った途端、ここには過去来たことがあることを直感した。その建物が懐かしかったが、現在では有形文化財になっていることを聞いた。当時は、会社の定年が55歳だ

ったので、父は私が中学2年生の時に退職した。

小学校3年になり、昭和電工が住宅地を斡旋した場所であった横浜市保土ヶ谷区西谷町に引っ越したが、当時はまだまだ田舎で本当にここに住めるのかと、子供心にそう思った。相模鉄道線の西谷駅は、当時非常に古い平屋の建物だったこともあり、随分と田舎に来たものだと思ったことが印象に残っている。今では横浜駅だけでなく、東京方面にも乗り換えなく行ける便利な場所であるが、引っ越した当時は夜になると街灯もなく、真っ暗で、きつねやたぬきが出てきそうな場所であった。

引っ越してしばらくすると、通っていた上菅田小学校まで25分かけての通学路で東京オリンピックに間に合わ

せるために、新幹線の工事が始まり、雨が降ると通学路がぬかるみ、雨の日は長靴を履いて行ったが、歩くのが大変だった。毎日、学校が終わると、家にランドセルを置いて、すぐに徒歩で約1時間かかる友達の家遊びに行っていたため、勉強は宿題をどうにかやるくらいであった。兄がいつもオール5の成績であったのに比較するとオール4に算数が1つ5がつくくらいで、成績は上の下くらいであったが、兄の成績に比較すると悪かったため、親からは橋の下で生まれた子だと皮肉をよくいわれていた。



図4 横浜市立上菅田小学校(前列左から2番目)

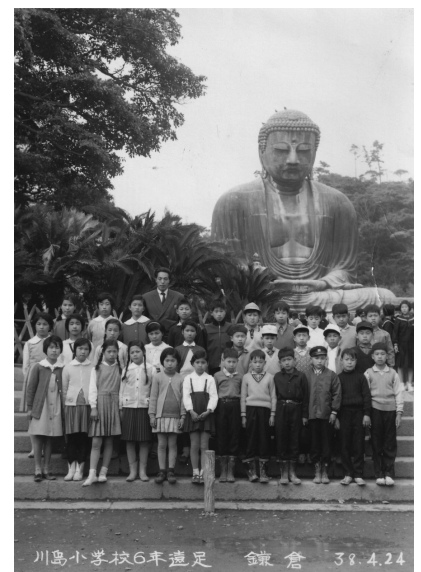


図5 小学校6年の頃の鎌倉への遠足
川島小学校6年遠足 鎌倉 38.4.24

2. 中学生時代

中学校は家に一番近い横浜市立西谷中学校に通った。中学校に入学すると、よく遊んだ友人とも別れたため、以前よりも勉強するようになった。いつの間にか、クラスで1番になり、2年生から3年生にかけて、2年間クラス代表をやらされたが、あまりやりたくなかった。というのは、担任の先生が胃潰瘍で長期間入院し、担任が不在のままであったため、クラス代表にはかなりの責任がかかってきて、同じ年代の仲間をまとめるのはかなり苦労した。

また、この頃は生徒の人数も多く、2年生から3年生にかけて、グラウンドの隅にプレハブ校舎が建てられて、そこで2年間を過ごすことになった。当然、エアコンなどはない時代で、断熱材も十分ではなかったため、夏は暑く、冬は寒く、風の強い日には、砂埃で部屋が茶色に汚れる状態だった。

クラブは生徒会長をやっていた兄が新しく立ち上げたブラスバンド部に入学した。ブラスバンド部は行事が多く、演奏会や学校の行事で演奏し、更に音感を向上させるためのコーラスの練習などに駆り出されることも多く、結構、練習はハードだった。

3. 高校生時代

高校は学区内にある希望が丘高校（神奈川県では最初の県立中学校（略称：神中）、後に高校（神高））に入学した。出身中学校は生徒数が1学年450名ほどいたが、同じ高校には3名しか入学できなかった。

中学校で優秀な成績といわれていたが、高校に入学してすぐの一斉テストの結果では、400人中、成績上位の50番目まで貼りだされたが、その下の方だった。夏休みは高校の部屋が解放されていたので、そこに行き、飽きたらプールで泳ぐ毎日だった。また、近くの神社の境内が木に囲われて涼しく、



図6 横浜市立西谷中学校時代（前列から2列目、右から3人目）



図7 中学ではブラスバンド部に所属し、バリトンを吹く（後ろの列の左から2人目）

人のいない場所であったため、友人と勉強をしたり、散歩して気分転換していた。

高校でも1年から2年になると、成績が上がり、2年生ではクラスで1位になった。塾には通ったことはなかったが、数学に興味があり、毎月“大学への数学”という雑誌を購入して、問題を解くのが楽しかった。当時、同世代の名古屋の東海高校の森重文という名前が毎月、雑誌社が出題する問題の成績でいつも100点を採っていて、当時は上には上がいるものだったと思ったものだった。最近、ネットのWikipediaで調べてみると、その後、京都大学に進学し、名古屋大学や京都大学の数学科の教授になり、数学界のノーベル賞ともいうべきフィールズ賞を受賞していることがわかった。優秀な人物は高校時代にはもう頭角を現していたのだと思った。

数学、物理、化学を好んで勉強した。数学は1日問題を解いていても飽きることはなかったが、英語を勉強するとすぐに眠くなるが多かった。英語を話す機会がなかったので、英会話の重要性について、当時は理解できなかった。夏休みは自分で勉強をするのにはいい機会だと思っていた。高校3年にもなると受験校を決める必要があったが、家庭の事情から大学は自宅から通える範囲で、国公立の大学と決めていた。

高校3年の夏休みあけに高校に行くと、3年生の校舎が3年生の生徒に封鎖され、校舎に入れないうちとなった。当時、3年生になると大学紛争が活発になり、横浜国立大学の影響を受けた高校生が、校則の撤廃、服装の自由、学生の自治を訴えて、校舎の封鎖が行われた。すぐに解決すると思っていた私は毎日高校に通ったが、校庭で全校

集会が行われるのみで、結局、3年の2学期から3学期まで授業がない状態が続いた。さすがに、受験生だった私は精神的に余裕がない状況になったが、いつかは授業が始まると期待して登校し続けた。結局、翌年の1月からは自由登校になり、3年生の教室では授業は行われなかった。同じ年には東京大学も安田講堂事件が勃発し、東京大学の入試が行われないという前代未聞の事態も起こった。

数学、物理、化学が好きだったので、大学は東京工業大学を受験し、競争率は8.2倍の高倍率だったが、幸いにも現役で合格した。同級生のかなりの学生は高校での授業がなかった影響を受けて、浪人した人が多かったと記憶している。

4. 大学生時代

東京工業大学では幸いにも1年生から正常な授業が開始されていたが、まだまだ学生紛争の影響が色濃く、正門の前では学生による立て看板やマイクを持った学生が多く、当時は学生活動が盛んに行われていた。ただ、高校3年生の時、8カ月以上に渡る長期間授業がなかったため、大学に入学し久しぶりに授業が受けられ、また多くの友人ができたことが非常に嬉しかったことを今でも良く記憶している。

大学2年では専門学科を決める必要があり、当時、成長分野で人気のあった高分子工学科に入った。この時からプラスチックとの付き合いが始まった。大学の専門課程は実験やレポートも多く、学生生活はかなり忙しかった。ただし、学期末の休みには、半分を自宅から近くにある大手企業の旭硝子(現AGC)の開発研究所でアルバイトをして、残りの半分は日本全国を旅行した。大学6年間(特に、学部時代の4年間に、200泊以上、当時カニ族といわれていたスタイルで旅行し、離島や沖縄を含めほとんど日本全国を訪

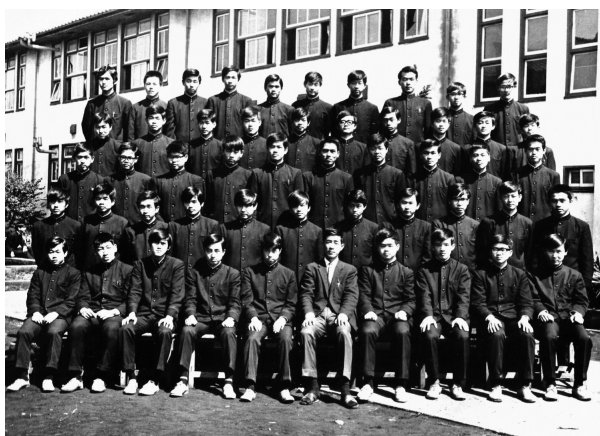


図8 希望が丘高校時代の合同写真(後列から2列目、右から3人目が筆者)



図9 高校のグラウンドをバックに高校時代の筆者(右から2人目)



図10 入学の頃の東京工業大学の本館

問したが、旅費を抑えるために、ユースホステルやテント、駅で寝泊まりすることが多かった。大学院時代は収入が多かったが、逆に旅行に行く時間がなかなかなかった。

冬は毎年、大学の友人7名といっしょにスキーに何度か出かけた。この頃の友人とは、今でも定期的に懇親会を続けている。彼らは、三菱化学、三菱油化(現在、三菱ケミカルに統合)、

住友化学、JSR、東ソーなどの化学会社や大蔵省(現在の財務省)、特許庁などに就職した。当時は企業からの奨学金制度があり、企業に就職を決めた人は、ほぼ全員が大学院に入学する前の学部の4年生の時に奨学金をもらっていた。

東京工業大学では、高分子合成、高次構造解析、レオロジーなどを学んだが、高分子加工の授業はほとんどなか

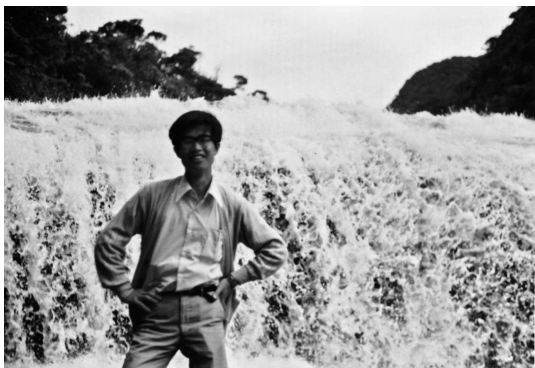


図11 沖縄が日本に返還されたばかりの頃に訪れた西表島のカンピラーの滝の前にて

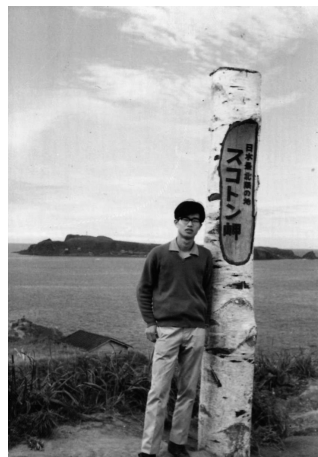


図12 北海道の礼文島の北の果てのスコトン岬にて

った。物性関係の研究は難しそうだったので、体力でどうにか卒業できると思い、研究室は加倉井・福富研究室を希望し、高分子合成の研究を行った。耐熱性のあるトリアジン環を含む高分子合成の研究テーマで、合成は時間がかかるため、毎日大学に10時半頃到着し、最終電車で帰るため、夜の10時半頃研究室を出るといった生活が続いた。

卒業論文では、側鎖にトリアジン環(窒素と炭素が交互に結合した6員環)を有し3つある置換基にジアミノ基とビニル基を含む弱塩基性の性質を有するモノマーと酸性の性質を有するアクリル酸あるいはメタクリル酸とを共重合し、その重合反応性を調べた結果、交互性のよい共重合体が容易に得られた。これらの原因として、弱塩基であるアミノトリアジン環と酸との相互作用の影響が考えられた。また、共重合した高分子物質の性質を調べた。共重合量を調整することで、この共重合体は酸及びアルカリ水溶液に易溶で、中性付近のpH域では不溶となった。また、共重合体の酸及び塩基水溶液中の還元粘度は希釈によりいちじるしく上昇し、両性電解質的挙動を示した。更に、トリアジン環組成が増すにしたがい、カオリン懸濁液に対し凝集作用の効果も認め、高分子凝集剤としての効果が得られるという内容だった。

大学院は成績上位の学生は推薦入学

できたため、そのまま修士課程に進んだ。修士に入ると自分で研究テーマを決めて、研究することになっており、修士の研究テーマを決めるのに、夏休み頃までは毎日図書館に通い、文献調べに明け暮れていた。やっと決めたテーマも合成が思ったように反応が進まず、なかなかうまくいかなかった。気分転換に修士1年の終了時の春休み期間、アメリカから日本に返還されたばかりの沖縄に10日ほど旅行に出かけて帰ってきた翌日、研究室に行くときに、私の顔を見た教授から「君は余裕があるね」と厳しい一言があった。その一言はかなりの衝撃であった。幸いにも、修士2年の夏頃には無事、想定していた反応に成功し、二つの置換基に高い反応性を有し、残りの置換基にビニル基を有するトリアジン環のモノマーを製造することができた。トリアジン環の二つの置換基に反応性の高いトリクロロメチル基を新規な反応で導入した。このモノマーを、まずビニル基の二重結合を利用して重合させ、その後に高分子反応により、二つのトリクロロメチル基の反応性を利用して、いろいろな物質やその反応量を調整して反応させることで、耐熱性の高いトリアジン環を有する高分子を効率的に製造した。その得られた高分子に関して耐熱性や薄膜フィルム物性の性質を

評価するというテーマを行った。学生時代に行った研究成果は高分子学会で2回発表し、また論文にも投稿された¹⁾。

就職先は、今まで自宅から大学に通っていたため、自宅から離れたかったので、自宅から通えない範囲で、関東周辺に研究所のある企業を探した結果、当時、1年先輩も就職先として決めており、また石油化学部門を強化していた出光興産に入ることにした。会社を決めたのは大学院の入学が正式に決まった4年生の時、学部及び大学院在学中に、奨学金をもらえることだったので、早めに決めた。週末には家庭教師をして、かつ育英会の奨学金ももらっていたため、当時、月収が10万円を超えていたが、その収入を十分に使えるだけの時間がなかった。会社に入社後、寮費を差し引かれると会社に入った後の方が手取りの収入は少なくなった。

この頃はオイルショックの影響を受け、大幅に採用を控える日本企業が多く、また採用が決まっても取り消されるケースがあった。

5. 新入社員時代

出光興産では、会社に入社するとまずは技術系160人を対象にした新入社

員研修があり、入社したら“卒業証書を捨てろ”という会社の方針で、学生気分を捨てて、毎日規則正しく、心機一転頑張らなさいという意味であったようだが、社会人としての集合教育は厳しかった。毎日、早朝起床後、規律訓練、安全教育の後に社内教育研修があった。大学院、大学生、高専、高校卒業生が一緒になった班編成だったため、私は班長ということで、年齢差のある班の取りまとめ役となり、学生気分が吹っ飛んだ気がした。寮生活は1部屋6人ということで、とても勉強する環境にはなかった。新入社員教育は2カ月で終了し、千葉の海岸から少し内陸部にある研究所に配属された。当初考えていた中央研究所での高分子合成とは大きく異なる商品開発研究所で、高分子加工のフィルムの開発研究を担当するグループに配属された。

大学の先輩たちは、ほぼ大学で学んだ専門が活かせる部門に配属されていたが、私の配属先は今までの大学で修得した内容とは大きく違っていた。町工場のような開発研究所に配属され、成形機の運転の仕方を最初に教えてもらったが、それ以降は新入社員でもあまり専門的な教育はなく、かなりのショックを受けた。与えられたテーマはインフレーション成形によるHDPE極薄フィルム（現在ではスーパーマーケットのレジの後ろにあるミシン目が入っているロール巻きした約 $8\mu\text{m}$ の薄いフィルム）とレジ袋（現在、世界で広く出回っている厚さ $15\mu\text{m}$ ～ $20\mu\text{m}$ の高強度HDPEフィルム）の研究開発であった。

当時は、レジ袋はなく、茶色の厚い紙袋が使われていた。入社した昭和51年頃はまだオイルショックの影響を受けており、省資源・省エネルギー化の傾向が高まっていた。当時はLDPEのフィルムがごみ袋や包装用の袋として使用されていたが、伸びやすく、引張り破断強度が不足しており、多くの食品を入れて持ち歩くと、フィ

ルムが伸び、フィルムが破断し、またスーパーで買い物したものの中身が見えやすい等の問題があった。

そのため、省資源化のため薄くても十分な強度が得られ、伸びを抑制するための高弾性化、半透明化が要望されていた頃であった。密度が高く、高分子量のHDPEが目ざされ始めた時期でもあった。LDPEのMFRは1～2の樹脂が用いられていたが、当時最も分子量が大きく、MFRが低い0.05のHDPEの樹脂を用いてインフレーション成形を行うというのがテーマであった。

高分子量のHDPEをLDPE用のフィルム成形機で成形した結果、LDPEの押出機はL/Dが24であったため、十分な熔融可塑性ができない問題点が発生し、かつ分子量が大きいことから発生するせん断発熱が異常に大きくなり、樹脂温度が設定温度よりも 30°C 以上も上がってしまい温度が制御できない状態になっていた。LDPEと比較すると融点が 30°C ほど高く、結晶化度が大きく、結晶化潜熱が大きいHDPEを十分に熔融するために、供給部や圧縮部を長くし、L/Dを28にし、せん断発熱を抑えるために、メタリング部の溝深さを深くしてせん断速度を抑えることでせん断発熱を抑え、圧縮比をLDPEの3.0～3.5を高分子量HDPE用に1.5～2.0に大幅に下げたスクリュにした。それに伴い、顔料分散性が悪化する傾向にあったため、メタリング部にミキシングゾーンを設けることにより、分散性を向上させた。

しかし、スクリュ形状だけでは、アダプターヘッドの樹脂圧力が 50MPa を大きく超える結果となり、樹脂圧力が高過ぎて、アダプターヘッドが押出機から飛び出す大問題が発生した。そのため、樹脂面では樹脂圧力に大きく影響する高せん断領域でのせん断粘度を大幅に下げのために、多段重合（3段重合）により分子量分布を広げることにより、樹脂圧力損失の大きなりップ部の圧力を低下させたが、中せん断



図13 HDPEインフレーションフィルム成形機

領域のスパイラル部の圧力損失が依然として下がらなかった。そのため、スパイラル部の圧力損失を低下させるために、スパイラル部のマンドレル径をダイス先端の径よりも大きくするコンバージングタイプのダイス形状にしてせん断速度を下げ、かつスパイラルの溝深さを深くし、またスパイラルから漏れ流れ出る領域のクリアランスを広げて圧力を下げることで、 40MPa 以下の樹脂圧力にすることが可能になった。

この頃はプラコー、モダンマシナリー、トミー機械工業の3社がこの分野の成形機開発を手掛けており、この機械メーカー3社をそれぞれ埼玉の岩槻と横浜の綱島に訪問して試作を行うことが多かったが、どちらかといえば、当時はプラコーとの結びつきが強かった。最近、プラコーの社長、会長を退任された秦範男氏とは押出機やダイス設計で技術的な討論をする機会が多く、いろいろ学ぶことも多かった。当時はお互いに20歳代で若かったが、40年以上前のことになる。

しかし、薄物フィルム成形では、 $9\mu\text{m}$ 、 $3,000\text{m}$ 巻きの極薄フィルム成形でロットにより成形破断の問題やレジ袋では縦裂け問題が依然として発生していた。ロットを調べて整理した結

果、①低せん断側でのせん断応力の値と、②リップ部の高せん断速度でのせん断応力と低せん断側のせん断応力の差を各せん断速度の差で割った値、つまりせん断応力/せん断速度の傾きの2因子をプロットするとききれいにバブルの破断発生の有無を選別できることが分かった。そのため、分子量と分子量分布を厳密に制御することで、この問題は解決した。更に、フィルム成形中のバブルを安定化させてシワのないフィルムを安定して成形を行うために、バブル安定体を考案したが、バブルとバブル安定体の密着性や抵抗力がバブル張力に大きな影響を与えていることが、成形中のバブル張力を測定することで判明した。バブルとバブル安定体の摩擦抵抗を小さくするために、バブル安定体の表面を粗くして、空気の流れをスムーズにすることや、表面粗さを小さなスパイラル溝をつけるだけでなく、更にもう一つ深いスパイラル溝も彫って、さらなる空気の流れを向上することで、バブル破断頻度は大幅に抑制されていった。

一方で、レジ袋の縦裂け問題は、各フィルムメーカーでの成形方法とフィルム物性の関係を確認し、研究所で多くの成形条件を変化させて物性を測定した結果、同じ成形条件でブロー比とドロダウンス比が同じでも、使用しているバブル安定体の形状が異なることで、大きく物性が変化することが判明した。それはバブルがバブル安定体から離れる位置から結晶化が終了する位置の間で、配向結晶化が進行し、物性を決定していることが分かってきた。ダイス出口ではなく、バブルがバブル安定体を離れる位置からバブルが一定形状になる位置(フロストライン上部)までの間で物性が決定していることが判明し、ダイス出口ではなく、この地点を開始点とした実ブロー比と実ドロダウンス比として定義を変えて、物性を評価することに変更した^{101)~104)}。

この頃からバブル安定体形状の重要

性を認識するようになり、昭和51年から53年にかけて、いろいろな特許を出願することになる。高速薄膜成形用、厚物成形用やブロック式のバブル安定体にして多くの成形条件に対応できるタイプなどがある。樹脂設計に加え、バブル安定体の特許をこの頃、多く出願した。特許出願は権利確保のためには、非常に重要であり、今までの大学の研究とは大きく異なることを実感した。

極薄フィルムは成形中の成形不安定性と破断トラブルがあり、レジ袋の成形はバブルを安定させてシワがなく、厚み精度を向上させて、かつ縦と横の配向をバランスさせて縦裂けしないフィルム開発に注力した。その後、高生産性が要求されるようになり、樹脂圧力低減のための樹脂設計と品質管理、押出機の改良開発とバブル安定体の表面加工と形状による衝撃強度や引裂り強度などの物性改良を行った。

更に、樹脂を大量に販売するには、多くのフィルム加工メーカーにフィルムを大量に生産してもらう必要があった。本社の営業マンが活発に営業活動をし、開発したフィルムを宣伝したこともあり、研究所で開発した技術を使って、新規に成形機を設置したばかりの加工メーカーの成形技術者に、教育指導も行っていった。今まで、成形経験

がまったくない新しいタイプの成形方法のため、多くの問題点を抱えての船出だった。なかには刑務所から1週間前に出所してきたばかりの成形担当者に成形技術だけでなく、電卓の使い方まで指導する必要があり、成形条件からフィルム厚さの計算をする方法まで教えることになり、24~26歳の年齢だったが日本全国飛び回った。

HDPEの需要は急速に増えてきた反面、クレームも多くなり、当時の最大手のスーパーからHDPEフィルムの縦裂けにより、入っていた一升瓶が袋から落ちて、中身まで弁償する話に広がったこともあった。更に、ある加工メーカーでは極薄フィルム3,000m巻のフィルムが成形中に破断トラブルで、製品が取れないクレームが発生し、結局夏場に高押出量条件でフロストライン高さを低く抑えるために、指導した方法とは異なるバブル安定体の形状を使っていたことによるバブル安定体とバブルの摩擦抵抗が大き過ぎた条件で運転していることが問題であることがわかった。

出張は朝早く出かけて、帰りは出張先での成形指導が遅くまでかかったため、夜行列車になることが多く、トラブルが解決できなかったケースも多くあり、寝台列車のなかでなげうまいかなかったのか、悶々と考えて眠れな

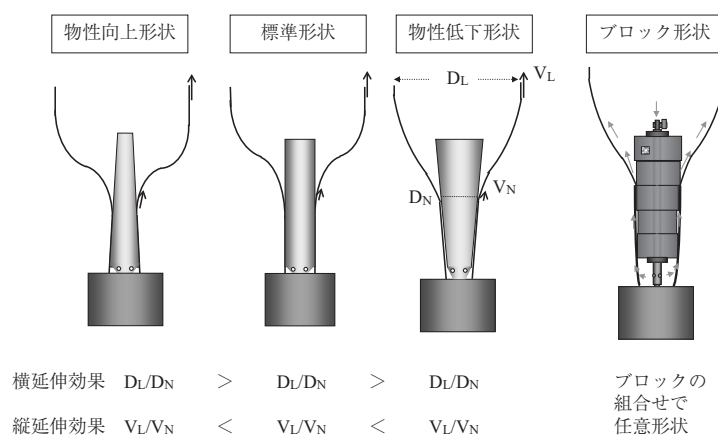


図14 バブル形状とバブル安定体形状 (特許出願)



図15 横浜の実家の庭で結婚前の両親に紹介を終えた直後の写真

い日々を送っていた。

これらのトラブルだけに限らず、シワの発生や樹脂ロットによる成形中の破断、厚み精度の問題などを抱えながら一つ一つ問題を解決していく毎日だった。樹脂のロットによっても薄膜フィルムの破断頻度が異なり、バブル安定体の形状や表面粗さの加工でも薄膜フィルムの成形中の破断頻度が変わり、レジ袋ではフィルム物性が大きく変化することが分かってきた。また、ダイス形状や押出機のスクリュ形状により、樹脂圧力が変わり、押出量や樹脂発熱量が大きく変わることが分かってきた。この頃には、樹脂とレオロジーの関係の把握、ダイス形状とレオロジーデータによる樹脂圧力計算、また押出機の形状による押出機的设计でタドマー理論の重要性を感じた時期でもあった。

問題解決の努力や営業サイドのマーケティングの努力もあり、HDPEの製造プラントでは、40グレードくらい製造しているなかで、この一つの高分子量のHDPEインフレーショングレードが占める製造比率が57%まで達した。

レジ袋や極薄フィルム開発から始まって、更にコスト削減を目的としたレジ袋3枚取りが可能な大型機の開発、1.5m幅の広い農業用マルチフィルム



図16 明治記念館の結婚式披露宴
キャンドルサービスの写真

開発、HDPEにでんぷんを50%以上ブレンドした自然崩壊マルチフィルムの開発、多層インフレーション成形による重袋の開発など、昭和51年から55年までの5年間行っていた。研究所で連続成形性能を評価して、大型機での直運転可能かを判断するため、実機を想定した数日間に渡る直運転の試作を調整し、運転した。今思うと、非常に大変な日々ではあったが、一つ一つが少しずつクリアーされながら、市場での販売拡大につながっていったため、大変だったがやり甲斐はあった。

ただし、研究開発を通じて、いろいろな課題、例えば、ロットが変わると成形安定性や成形破断がなぜ起こるのか、バブル安定体の形状を変えただけでなぜフィルムの縦裂け問題が発生するのか、同じ成形条件で、同じPEでも、HDPEとLDPEではバブルの形状がなぜ異なるのか、縦裂け発生の原因、つまりなぜMDやTDの強度がどのようなメカニズムで決定されるのか、夏場や冬場では冷却の違いで発生するクレームが異なること、同じ成形機でダイスやフィルムの幅が変わるとブロー比やドロウダウン比が同じでも物性が大きく変わるのかなど、現象的には分かっているが、その根本的な原因がなんであるかは未解決のままで、実験やユーザーの現場で積み上げた経験に頼って、現場対応をしていた。いろいろな問題解決の検討を進めて行くにしたがって、益々疑問が深くなっていくばかりだった。

6. 留学への準備

そんな折、開発がほぼ1段落した段階で、研究所長から海外留学の話があった。当時は日本で外国人を見る機会はほとんどなく、外国人と英語で会話した経験はなく、英語を話すことは得意ではなかったため、その話にはあまり興味を示さなかった。そのため、留学の話は断っても良いのか所長に聞いた記憶がある。

結局、研究所長、副所長や室長に説得され、アメリカのテネシー州立大学高分子工学科のJ. L. White教授の研究室で研究することとなった。当時28歳だったが、留学から帰ってきたら30歳を超えることが分かっていたし、一人で見知らぬ国で生活することに寂しさを感じたため、急遽嫁さん探しで親戚、友人らにも状況を話して、紹介してもらった。

幸いにも、留学時期が当初の予定よりも多少遅れたため、日本で結婚して、すぐアメリカのテネシー州ノックスビルに向かうことになった。家内は3カ月ほど遅れてアメリカに行くことになった。留学することが決まってからは、今までの仕事のまとめと後任への教育や引き継ぎ、英語研修、留学先の研究内容把握、結婚相手探しから結婚式までを8カ月間で、どうにかこなすことはかなり大変だった。

独身で行くと思っていた研究所では、その後“金井社員駆け込み結婚”という噂話が広まった。会社の上司は独身で留学する予定で予算を立てていたため、予算を組み直すことになったと言っていたが、会社の皆さんにはたいへん喜んで送り出していただいた。

当初は国内及びアメリカでの留学前に十分な語学研修をする予定になっていたが、その時間的な余裕はなく、直接大学の研究室に入ることとなった。昭和56年（1981年）2月28日、28歳で結婚し、家内は23歳だった。