

F .木質廃棄物と植物由来のデンプン系バインダーとの混合による
家具・装備品及びに日用雑貨品等の押出・射出成型品の開発

(ワタナベ工業株式会社)

目 次

1 . 循環型製品・システム市場化開発調査結果要旨	F - 1
2 . 目的	F - 1
3 . 背景	F - 1
4 . 内容	F - 3
(1) 全般	F - 3
(2) ナプラス成形におけるデンプン系バインダーの機能メカニズム	F - 3
5 . 実施スケジュール	F - 6
6 . 試作結果	F - 6
(1) 射出成形	F - 6
(2) 押出成形	F - 9
(3) 材料組成と成形性	F - 9
7 . 品質評価	F - 11
(1) 外観・風合	F - 11
(2) 基本物性	F - 11
(3) 成形条件と物性	F - 12
8 . 市場性評価	F - 14
(1) エコプロダクツ2003出展評価	F - 14
(2) ホームセンターでの評価	F - 14
(3) 東京ギフトショー出展評価	F - 14
9 . コスト試算	F - 17
10 . 結果に対する考察	F - 18

1. 循環型製品・システム市場化開発調査結果要旨

木粉・バインダー・水を主成分とする天然素材の原料を用いて、射出成形・押出成形により成形品を得た。射出成形品はフック及び小型の植木鉢型の容器であり、押出成形品は異型パイプとして、室内インテリア用ラックを作成した。どちらも天然調の風合を有しており、更に複雑な形状への可能性をも秘めている。コスト等最終商品化に向けての課題を残しているが、オール天然素材よりなる家具・装飾品及び日用雑貨品としての商品化に向けて大きく前進した。

2. 目的

木材・木製品製造業事業所から排出される木質系の廃棄物の再利用用途（一般にチップ材、堆肥副資材、家畜敷料等）は、畜産業の低迷や今後のパルプ製造業の動向により再利用量の減少が懸念されている。

また、「ゴミ処理に係るダイオキシン削減のための規制措置」により、木材・木製品製造業事業所がそれまで所有していた焼却炉での木質系廃棄物の単純焼却が困難になっており、この焼却分は有償で産業廃棄物業者に引き取ってもらっている。

他方、木材・木製品製造業事業所から排出される木質系廃棄物は、建築廃材中の木質系廃棄物と異なり、不特定の異物混入や薬剤添加の危険が非常に低く、原材料としての視点からは純度の高い材料といえる。

本事業は、上記の木質系廃棄物の粉碎物と植物由来のデンプン系バインダーとを混合し、プラスチック工業の基本技術である押出成形、射出成形により、プラスチック代替品を開発するものであり、これにより、木材・木製品製造業事業所からの木質系廃棄物の新たなリサイクル方法を確立することを目的とする。

3. 背景

(1) 対象廃棄物の現況（発生量、処理形態、再資源化実態、問題点等）

表1に岡山県真庭郡における木質副産物の発生量を示す。木材・木製品製造業事業所由来の木質系廃棄物は年間約8万t発生しており、その内の60%がヒノキ、30%がスギという、明確な組成となっている。廃棄物ということ、いろいろなものが混在して、分別が大変であるという認識があるが、真庭の木材は純粋なヒノキまたはスギの素材からなるという優位性がある。

表2に木質副産物の形態別処分量を示す。4万t強がチップ材として再利用されている一方、ダイオキシン規制法により、単純焼却処分が出来なくなった分が、自社および組合焼却分で約5.5千tある。現在抱えている大きな課題である。

表1 真庭郡における木質副産物の発生量（重量換算：t）

	端材・木片 (t)	チップ用 (t)	おが屑 (t)	樹皮 (t)	モルダール屑 (t)	合計 (t)
発生量	5,217	41,743	5,993	23,586	1,520	78,060
スギ	1,450	10,372	2,267	6,989	681	21,760
ヒノキ	3,606	25,521	3,292	15,717	719	48,855
その他	161	5,849	434	880	120	7,444
構成比	6.7%	53.5%	7.7%	30.2%	1.9%	100.0%
スギ	6.7%	47.7%	10.4%	32.1%	3.1%	27.9%
ヒノキ	7.4%	52.2%	6.7%	32.2%	1.5%	62.6%
その他	2.2%	78.6%	5.8%	11.8%	1.6%	9.5%
再計						
ヒノキ	3,606	25,521	3,292	15,717	719	48,855
スギ・他	1,611	16,222	2,701	7,869	801	29,204

注) 換算比重：おが屑は0.12 t/m³、樹皮は0.45t/m³として換算

出所：「地域特産品開発推進に係るマーケティング調査」
(平成13年3月 電源地域振興センター)

表2 木質副産物の処分形態別処分量（重量換算：t）

	端材・木片 (t)	チップ用 (t)	おが屑 (t)	樹皮 (t)	モルダール屑 (t)	合計 (t)
発生量	5,217	41,743	5,993	23,586	1,520	78,060
処分量						
自社焼却	600			2,295	1,520	4,415
組合焼却	565			520		1,085
燃料	1,590			1,044		2,634
チップ	670	41,743				42,413
堆肥				9,566		9,566
敷料	1,561		5,420	10,161		17,142
菌床			573			573
その他	232					232
処分量割合						
自社焼却	11.5%			9.7%	100.0%	5.7%
組合焼却	10.8%			2.2%		1.4%
燃料	30.5%			4.4%		3.4%
チップ	12.8%	100.0%				54.3%
堆肥				40.6%		12.3%
敷料	29.9%		90.4%	43.1%		22.0%
菌床			9.6%			0.7%
その他	4.5%					0.3%

注) 換算比重：おが屑は0.12 t/m³、樹皮は0.45t/m³として換算

出所：「地域特産品開発推進に係るマーケティング調査」
(平成13年3月 電源地域振興センター)

廃棄物ではあるがピュアな材料として捉えることの可能な木質系廃棄物の再資源化は、木材産地の真庭郡にとって重要な問題であり、郡内の一部事業者は、直接燃焼型のバイオマス発電、同じく木材乾燥ボイラーへの活用や、「猫砂」を商品化して再利用を図っている。

しかしながら、これらの取り組みだけでは、上記の焼却分を賄うことは困難である。さらに、真庭郡内には、毎年2万tもの林地残材が発生しており（「久世町における木質

バイオマスエネルギー利用方策調査」平成 15 年 2 月 久世町) 除間伐の推進により郡内の山林を保全し、域内木材・木製品製造業への材料安定供給を図るためにも、これらの林地残材の処分方法を確立することが重要である。

(2) 従来製品との比較

従来より、木粉とプラスチック(ポリプロピレン等)を混合し押出成形した商品が開発されているが、本事業では、木粉のバインダーに植物由来のデンプン系素材(開発者:大日本製薬(株)、特許出願中)を用い、低温での押出成形・射出成形による製品開発を行うことが特徴である。

この低温成形をすることにより、樹木由来の香り成分を保持することが可能であり、成形品の外観がプラスチック製品とは異なる風合いを醸し出すことができる。

成形品は「ナチュラル」な原料に人の知恵を「プラス」してできた新しい素材ということで「ナプラス」と名づけた。

4. 内容

(1) 全般

基礎技術は、プラスチック押出成形技術及び射出成形技術である。

ただし、通常押出成形機では、加熱温度が高くなるため、低温部での温度調整が可能になるよう工夫する必要があった。また、射出成形についても、成形直後の強度に課題があり、金型からの離脱に工夫が必要となった。木粉についても、その粉碎粒度の微調整と、デンプン系バインダー及び水との混合比について試行を行った。

なお、デンプン系バインダーは、大日本製薬(株)及び三日月ナプラス企業組合により共同で特許出願中であるが(特許公開日は平成 15 年 9 月 6 日)本事業で重要な役割を担っているので、特許並びに技術コメントを引用して、詳しく説明する。

(2) ナプラス成形におけるデンプン系バインダーの機能メカニズム

まずデンプン系バインダーに関して特許で説明する。特許請求の範囲、請求項(1)に記載されている内容は、「植物性繊維質粉体と、澱粉粉体とガム質粉体の混合物である植物性結合剤粉体とを混合し、当該混合物と水を混合して植物性繊維質成形材料を形成し、当該植物性繊維質成形材料を成形することを特徴とする生分解性繊維質成形体の製造方法」となっている。ここで“植物性繊維質粉体”とは、主に木粉を意味するが、後に原料組成に登場する米ヌカも含まれる。“澱粉粉体とガム質粉体の混合物である植物性結合剤粉体”がデンプン系バインダーに相当する。さらに、請求項(5)(6)でガム質が“水溶性多糖類”であること、“水溶性多糖類”は、キサンタンガム、タマリンドガム、……、ペクチン、アルギン酸および寒天から選ばれる 1 種又は 2 種以上であると記載されている。

続いて、ナプラス成形における結合剤の役割について、大日本製薬(株)のコメントを引用する。結合剤の組成成分は澱粉と多糖類と水の三成分が基本となる。従来から澱粉を生分解性プラスチックの原料に主成分として使用することは知られていた。しかしナプラス成形においては、澱粉はあくまでも結合剤の1つの成分としての使用である。ナプラス成形の主成分は木粉で、この木粉を、澱粉を主成分とする結合剤で接着することにより、ナプラス成形品が得られるとの考えから成り立っている。従って、従来の木粉成形において一般的に使用されていたポリプロピレンあるいはABS樹脂に替わって澱粉を利用することで、天然物だけからなり、しかも木粉含量を非常に高めた生分解性成形体が可能になった。

しかしながら澱粉を結合剤に利用するためには、澱粉を糊化させて溶融化させない限り澱粉の接着性を有効にすることは不可能であった。この澱粉の溶融化に影響する要因は、水、温度、圧力、機械的な混練の4つのパラメーターである。澱粉を使った食品は日本では非常に多く、また最近では、澱粉に多糖類を併用した加工食品が非常に多量製造されている。

ナプラス成形においては、この澱粉と多糖類との併用に関する技術をプラスチックの成形加工に発展・応用させた。多糖類の中のある種の物は、その比率や水分量そして溶融化のための加熱温度を一定範囲内で制御できるように工夫すれば、澱粉の糊化を促進させると言う知見を大日本製薬は保持していた。その知見を更に発展させることで、従来技術では考えつかなかった少量の水でも木粉を接着するという効果を発揮させることができた。

またこの多糖類の糊化促進効果が、一般的な合成プラスチックの成形条件に比べ、はるかに低温度でも射出できる理由である。言葉を変えると、固形物である木粉が、水を添加混合したやや湿った粉末状成形材料中の約60%（乾燥後の成形品では80%前後）と高含量にもかかわらず、射出成形機ノズルから射出可能にした理由である。

以下、具体的な開発内容を記す。

成形技術の改良

- ・ 押出成形と射出成形を単純形状の金型により実施し、成形方法を比較した。
- ・ 成形の優位性を評価した後に、成形プロセス上の問題点について、その改善策を検討した。

混合比比較試験

- ・ 成形機の改良ができてから、木粉の粒度とデンプン系バインダー及び水との混合割合を変更しつつ、最適な配合比を求めた。
- ・ 配合比等の確認は、成形性、成形品物性の評価により行った。

試作品製造

- ・ 商品化ターゲットとしての具体的な候補を射出成形と押出成形各1点選出し、その金

型を製作した。金型は、までの結果を踏まえた、特製品である。

- ・ 試作品として、植木鉢を約100個およびラックパイプを数本製造した。

品質等評価

- ・ 試作品を、岡山工業技術センターに持ち込み、物性評価試験を実施した。

- ・ 試験項目は、曲げ強度、引っ張り強度、密度等の基本物性である。

市場性調査

- ・ 試作品を、複数の関連する流通業者に持ち込み、販売可能性及びその条件について調査した。

- ・ 併せて、リサイクル商品の展示会に出展し、業界関係者や一般消費者の意見を収集した。

報告書作成

- ・ までの検討結果を取りまとめ、報告書を100部作成した。

主要工程のフローは、図1の通りである。

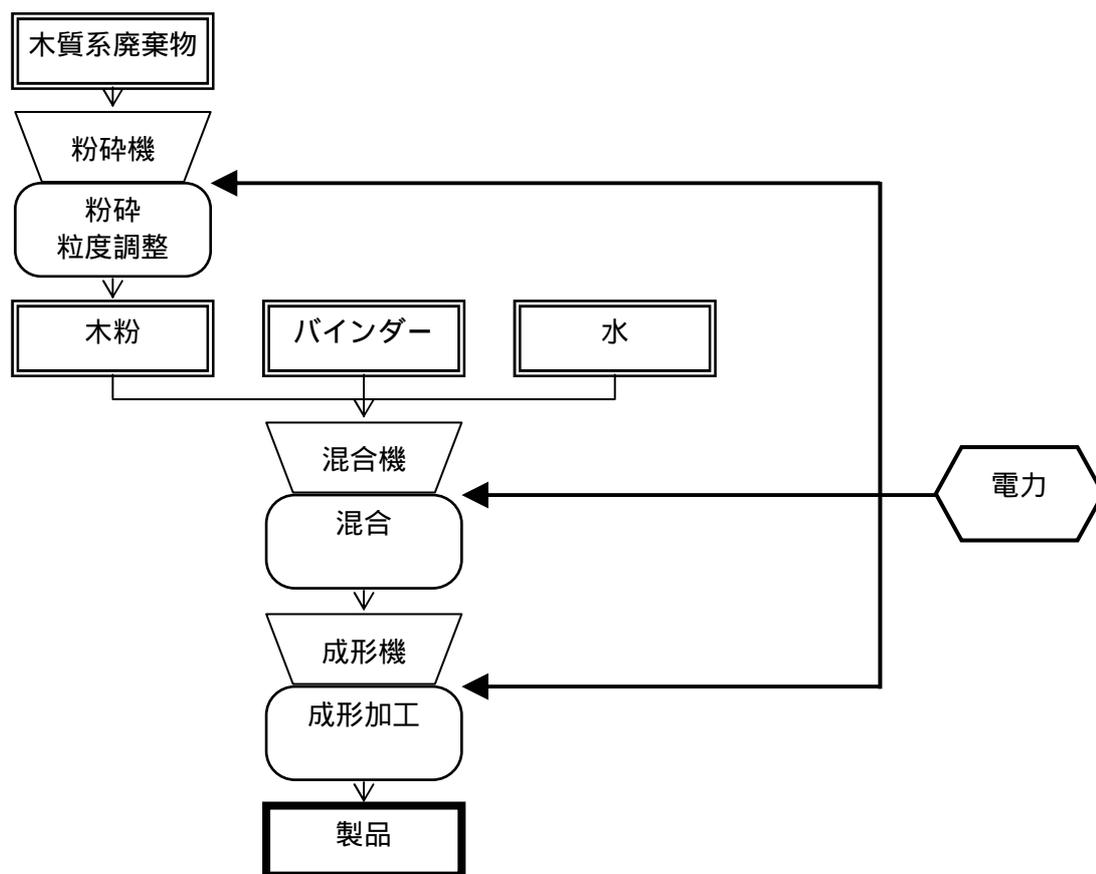


図1 主要工程概要図

5. 実施スケジュール

本事業の実施スケジュールを表3に示す。本事業は、8月から開始し3月に完了した。

表3 事業実施スケジュール

	平成15年						平成16年		
	7	8	9	10	11	12	1	2	3
(1) 成形技術の改良		■	■	■					
(2) 混合比比較試験			■	■	■				
(3) 試作品製造					■	■	■	■	
(4) 品質等評価					■	■	■	■	
(5) 市場性調査						■	■	■	■
(6) 報告書作成									■

6. 試作結果

(1) 射出成形

ナゲシフック成形(表4 No1~2参照)

まず既存のプラスチック用金型でナゲシフックの成形を実施した。成形品の概要図を図2に示す(単位は、mm)。ナプラス原料での初トライであり、さまざまな問題が明らかになった。離型時に変形したり、フックの根元部が割れて、実使用は不可能なものであった。原料の配合組成は、大日本製薬・三日月ナプラス企業組合の知見を参考にした。リブの形状、ゲートの位置により物性が出ないことが判明した。

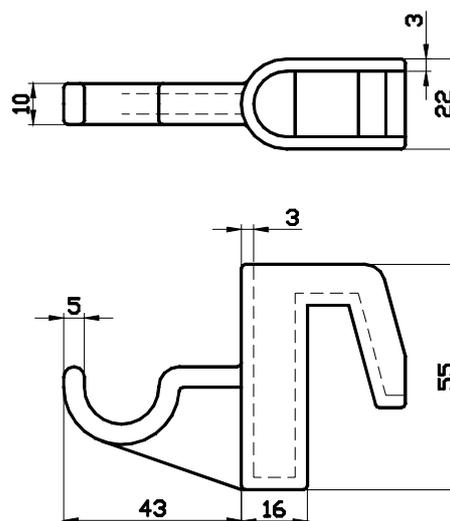


図2 ナゲシフック 概要図

ジョイント3B4A成形

(表4 No3参照)

ナゲシフックよりやや複雑な形状のプラスチック金型を選んで成形試験を行った。成形品の概要図は図3参照。この場合も、製品離型時に変形し、良好な成形品が得られなかった。あまり複雑な形状のものは、現在の技術力では成形できないことがわかった。また、金型からの離型が大切なポイントになることも明らかにされた。

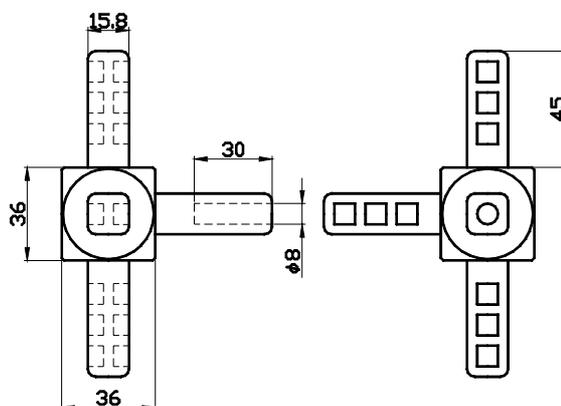


図3 ジョイント3B4A 概要図

従来のプラスチック金型での成形試験の結果、判明した点を以下にまとめる。

- ・成形性：かなり複雑な形状にも原料は流動し、充填できることがわかった。しかし、離型時に変形が起こり、改善が必要であった。
- ・リブ形状：溶融したナプラスが流動しやすいように、滞留箇所をなくさなければならない。成形品の端部が割れにより欠肉する場合がある。
- ・ゲート：ゲート詰まりを防ぐため、ピンゲートのような小さいゲートは避ける。サイドゲートもしくはダイレクトゲートのような大きなゲートが好ましい。

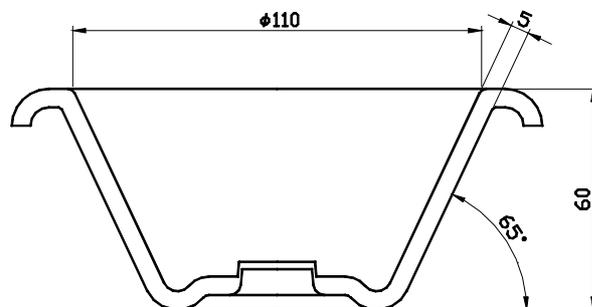


図4 ナプラス植木鉢 概要図

植木鉢成形（表4 No4参照）

得られた知見を生かして、図4に示す植木鉢の金型を新作した。新作した金型はスタート時にはトラブルが発生したが、金型の問題箇所を修正することで、量産試作が可能となった。展示会用に、100個レベルの試作を実施した。現状でも、金型からの離型、スクリーンへの原料の食込みが安定しない問題があり、人海戦術で原料投入と製品取出しを実施している。コストダウンのため、下記の合理化を検討している。

- ・原料投入：一定量が供給できるフィーダーを検討中。
- ・シリンダー温度の制御ゾーンの再考で溶融の安定化を図る。
- ・製品取出：水分の影響が大きいことが判明してきた。水分の果たしている役割の基礎的な研究を開始する。

試験片成形（表4 No5～6）

ダンベル型試験片を成形し、物性を測定した。試験片の形状は図6を参照。成形条件と物性との関係を知るため、シリンダー温度および射出速度を変えて、試験した。

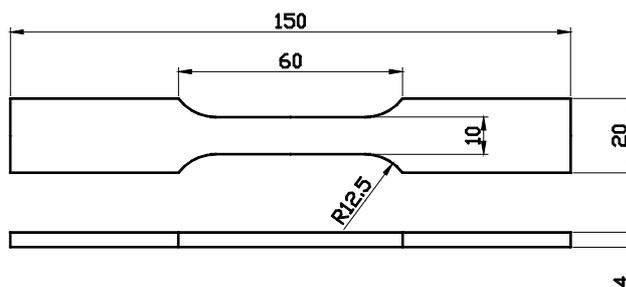


図5 試験片 概要図

以上、成形に用いた金型、原料配合、成形条件および成形品の定性的評価結果を一括して表4に示した。成形体の形状、寸法は図2～5を参照。原料配合における三日月配合Aとは、三日月ナプラス企業組合において経験のある配合であり、最初はこの配合を採用した。木粉粒度の‘粗’とは、20メッシュパス品で、‘細’とは、200メッシュパス品である。加熱筒温度はホッパー下/フィーディングゾーン/圧縮ゾーン/計量ゾーンの順の温度で、ホッパー下からノズルに向けて徐々に上げるようにしている。

表4 射出成形の成形条件と成形品評価

No	月/日	金型	原料配合*1	加熱筒温度*2 (ホッパ-下~ノズル)	金型温度 設定(実測)	成形品評価
1	9/25	ナゲシ フック (図2)	三日月配合A 木粉 1440g バインダー 410g ヌカ 160g 水 710g 合計 2720g (木粉粒度 粗)	28-40-71-83	79	離型時変形、 フック根元部割れ 発生。実使用不可。
2	10/9	ナゲシ フック (図2)	三日月配合A (木粉粒度 細)	28-40-71-83	74 85 90 87	離型時変形、フック 根元部割れ発生、木粉粒度を細 かくしたことで成 形品表面は滑ら か。
3	10/28	ジョイント 3B4A (図3)	三日月配合A	28-40-71-83	82(60) 88(82)	離型時変形、 実使用不可
4	12/1	植木鉢 (図4)	三日月配合A	28-45-77-87	89(85)	数日後、鉢底部に クラック発生。
5	12/22	試験片 (図5)	杉木粉 1440g バインダー 400g ヌカ 180g 水 680g 合計 2700g	28-45-77-87	89(88)	表7 低温条件
6	1/9	試験片 (図5)	檜木粉 1440g バインダー 415g ヌカ 100g 水 715g 合計 2670g	40-85-95-95	89(88)	表7 高温条件 表8 射出速度変更 (条件ABC)

*1 本文説明参照。木粉粒度：粗は20メッシュパス品、細は200メッシュパス品

*2 温度測定箇所は本文説明参照。

(2) 押出成形

試作した成形品について、ダイス、原料配合、成形条件、および成形品の評価を一括して表5に示した。

平板成形 (表5 No1)

現有の平板金型で押出試験を実施し、成形の可否を調べた。成形温度の影響が大きいことを再認識した。可塑剤が水ということがポイントと思われるが、シリンダー温度が100を大きく超えて130近くになると平板にならなくなった。適正温度であれば成形可能との判断で、インテリアのラック用に、下記に示す形状の異なる異型パイプの金型2面を新作することに決定した。

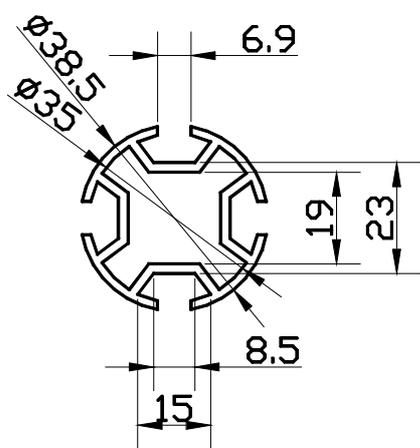


図6-1 パイプA

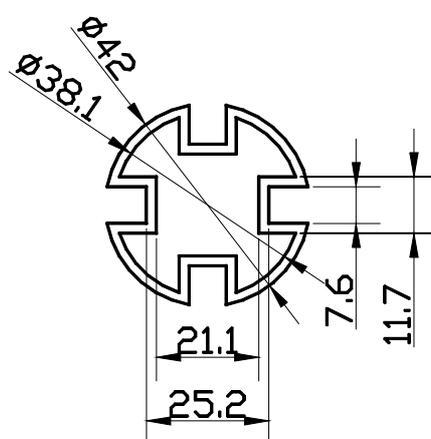


図6-2 パイプB

ラックパイプ成形 (表5 No2~5)

図6はラックパイプ成形用ダイスの正面概要図である。外周が連続しているパイプBは、成形後の応力ひずみによると思われる変形が激しく、良品が取れなかった。成形直後は、良好な形状を保っているが、一夜もしくは数日後に変形が発生した (No3~4)。一方、外周が非連続のパイプAは、断面が複雑であるにもかかわらず、良好なものが採取でき、ラックに組立てることが可能であった (No5:東京ギフトショーで発表)。押し出し直後の成形品は30%前後の水分を含んでおり、変形し易く、形状を保つのにエイジングが必要であった。

(3) 材料組成と成形性

木粉の種類: 杉、檜のチップで、射出成形での成形性の差は観察できなかった (表4 No5, 6参照)。

木粉の粒度: 20~200メッシュの範囲で試験を実施。木粉の粒度は、成形性には多少影響を与える程度であるが、成形品の外観は大きく異なり、200メッシュパスの細かい粒度を用いることで、滑らかな表面の製品が得られた (表4 No1, 2)。

表5 押出成形の成形条件と成形品評価

No	月/日	ダイス	原料	シヤダ - 温度 / ダイ温度		成形性 (製品形状)	成形品評価		備考
				C1/C2-C3/D1-D2 ()	()		喰込		
1	10/3	平板	三日月配合 木粉 1440g パイナダ - 410g(15wt%) スカ 150g 水 800g(28wt%) 合計 2800g	90/90-90/90-90		不安定	×	フリツジ	シリシダ-130 は不可 フロロー3台で冷やす ダイスを冷やすとカス附着
				130/130-130/90-90					
				100/100-100/100-100					
2	11/6	ラツク パイナダ(A)	三日月配合 (パイシダ- 15wt%, 水 23 wt % 28 wt %)	(60)/90-90/90-90		×	×	フリツジ	スタートきしみ (C1 水分23%) 水分28%
				[90/90-90/90-90]					
				92/100-98/95-98					
3	1/14	ラツク パイナダ(B)	三日月配合 (当日水添加)	100/100-100/90-90		×	×	フリツジ	新パイナダ パイナダは翌日変形
				92/90-90/90-92					
					一夜放置後変形				
4	1/20	ラツク パイナダ(B)	三日月配合 + 標本配合 パイシダ- 480gにUP パイシダ- 550g "	93/92-90/90-100		×	×	フリツジ	で大差なし が若干良いか
				"					
				"					
5	1/29	ラツク パイナダ(A)	条件 水分5%UP	95/100-100/95-95		×	×	フリツジ	(A)ダイスに戻す 水分UPで喰込好転(水分32%)
				95/100-100/95-95					

注1) シリシダ- : 50 L / D = 22

注2) シヤダ - 温度 / ダイ温度 : 赤パ-下 (C1) からシヤダ - (C2) / ダル (C3) / ダイ (D) に向かつての温度

バインダー量：水分を含む原料総量の10～20%弱で試験実施。10%以下では結合力が弱く、成形体になりにくい。20%を超えると、材料が紙粘土のように硬くなり、成形が困難であった。15%前後で良好な成形体が得られた。

水分量：成形性に大きな影響を与える。15～30%の範囲で成形試験を行い、25%前後が好ましい結果を得た。20%以下では、スクリュウの負荷が大きく、成形が困難となり、30%を超えると、乾燥に至るまでの成形体の形状安定性が悪化する。また、乾燥時の収縮によるヒビ割れ等の欠陥が生ずる(表5 No2, 5)。

7. 品質評価

以下、射出成形と押出成形で得られた試作品の評価をまとめる。

(1) 外観、風合：まずまず良好。木質系の天然の風合いが、東京ギフトショーでも注目された。ディスプレイ用の花との調和が来場者の足を止めて、結果として、アンケート等の協力もいただいた。単なるプラスチックと違う評価をいただいた点は、今後の大きな力になる。

(2) 基本物性：射出成形で得られた試験片(表4、No6)を用いて、密度、硬さ、吸水率、曲げ強さ、電気特性等の基本物性を測定し、結果を表6に示す。比較データとして、射出成形に使用される汎用ポリプロピレン(PP)の基本物性値をプラスチック成形材料商取引便覧より引用した。PPと同等もしくはそれ以上の値を有していることがわかった。木材との比較も試みようとしたが、木材はダンベル試験片の如き小さいサンプルでの物性値が見当たらなかったのが割愛した。電気特性としては、体積抵抗率を今回はじめて測定したが、絶縁体として十分な値を示した。また生分解特性を含めた製品性能の評価は今後の課題とした。

表6 基本物性

	ナプラス	PP	単位	測定法
密度	1.20	0.91	g/cm ³	JIS K 7112
吸水率	11.6	< 0.01	%	JIS K 7209
硬さ	HDD70	R75～85	デュロメータ硬さ	JIS K 7215
破断応力	20.0	20～30	MPa	JIS K 7113
曲げ強さ	60.0	30～40	MPa	JIS K 7171
体積抵抗率	4.9 × 10 ¹⁴	1.0 × 10 ¹⁵	・cm	JIS K 6911

注) PPの硬さはロックウェル硬さ

(3) 成形条件と物性

成形温度：この材料は成形温度に非常に敏感で、細かな温度制御が必要である。水が重要な役割を果たしており、加熱筒(シリンダー)温度が、水の沸点である100を超えると、成形が困難となる(表5 No1)。表4のNo5, 6の2つの試験片では、成形温度を変えた試験を実施した。成形温度と引っ張り・圧縮物性の関係を、各条件での平均値とバラツキ範囲(R)で表7に示す。nは測定個数である。高温側(95)が、低温側(77)より引っ張りおよび圧縮物性値が良好である。混練効果の差と考えられるので、100を超えずに、できるだけ高い温度での成形が好ましいことがわかった。

表7 成形温度条件と物性

引っ張り試験(JIS K7113)

条件		変位量(mm)	ひずみ(%)	最大荷重(N)	応力(MPa)
低温条件(表4、No5)	平均	0.76	3.81	300	7.51
n = 4	R	0.39	1.91	88	2.2
高温条件(表4、No6)	平均	0.61	3.04	433	10.4
n = 4	R	0.16	0.78	104	1.1

圧縮試験(JIS K7181)

条件		変位量(mm)	ひずみ(%)	最大荷重(N)	応力(MPa)
低温条件(表4、No5)	平均	1.43	0.93	36.7	20.6
n=5	R	0.23	0.21	14.6	9.1
高温条件(表4、No6)	平均	3.42	1.29	37.0	27.8
n=2	R	0.51	0.19	2.40	1.8

射出条件:射出速度を変更した場合の引っ張り・圧縮物性の变化を次頁の表8に示す。射出成形において、樹脂を射出する際、初期速度を一速、続いて樹脂が金型に充填していく過程を二速、充填が完了する最終速度を三速と称しており、MAX能力100%に対して何%の能力を発揮させるかが条件上問題となる。つまり、一速、二速、三速の割合(%)が大きいほど射出速度が速いことになる。今回の値にはバラツキがあるが、引っ張り物性については、射出速度が速いA条件が、射出速度の遅いB、C条件より高い傾向がうかがえた。射出速度は速めのA条件を標準とすることにした。

表 8 射出速度条件と物性

(1) 引っ張り試験 1 (条件 A)

	変位量 (mm)	ひずみ (%)	最大荷 重(N)	応力 (MPa)
平均	0.61	3.04	433	10.4
R	0.16	0.78	104	1.10

n = 4

引っ張り試験 2 (条件 B)

	変位量 (mm)	ひずみ (%)	最大荷 重(N)	応力 (MPa)
平均	0.57	2.83	340	8.51
R	0.14	0.71	61	1.53

n = 3

引っ張り試験 3 (条件 C)

	変位量 (mm)	ひずみ (%)	最大荷 重(N)	応力 (MPa)
平均	0.61	3.06	339	8.48
R	0.27	1.37	128	3.18

n = 4

(2) 圧縮試験 1 (条件 A)

	変位量 (mm)	ひずみ (%)	最大荷 重(N)	応力 (MPa)
平均	3.42	1.29	37.0	27.8
R	0.51	0.19	2.4	1.8

n = 2

圧縮試験 2 (条件 B)

	変位量 (mm)	ひずみ (%)	最大荷 重(N)	応力 (MPa)
平均	4.30	1.61	48.2	36.1
R	1.29	0.48	13.3	9.9

n = 3

圧縮試験 3 (条件 C)

	変位量 (mm)	ひずみ (%)	最大荷 重(N)	応力 (MPa)
平均	3.95	1.48	38.3	28.7
R	0.45	0.17	6.8	6.0

n = 3

	一速*	二速*	三速*
射出条件 A	33%	23%	16%
射出条件 B	24	18	12
射出条件 C	16	12	9

* 樹脂を射出する過程を細分化した場合の射出速度。本文説明参照

8. 市場性評価

(1) エコプロダクツ2003出展評価

木粉を原料にした展示は、積水化学、カネソウ、アステージ、東京ペレット等数社あったが、オール天然素材のものは当社のみであった。製品の80%が木で20%がデンブン系との説明には、皆さん驚かれていた。複雑な形状の異型押し品が注目された。

出展内容

- ・展示サンプル：*射出成形品/植木鉢タイプ、フック、ダンベル
*押し成形品/板状、ラック用異型押し棒，*成形原料/木粉(3種)、射出放流品
- ・資料：B1版 解説パネル、ワタナベ商品カタログ最新版(Vol14)60部配布
- ・出展形態：CJCのブースの一角に展示。委託事業関連企業7社の中の1社。

展示会概況

- ・展示会規模：参加者が11万人を超える環境関連の展示会では最大規模のもの。
- ・会場：東京ビッグサイト 東1-3号館
- ・出展者：大手家電すべて(松下、日立、東芝他)、自動車関連のトヨタ、デンソーおよびキャノン、IBM等の企業は、モーターショーのように派手な演出をして目立っていた。政府関係機関(NEDO,CJC,RITE)他多数。

(2) ホームセンターでの評価

当社が取引をしているホームセンターの中から、今回の開発品に興味を示すと思われる3社を訪問し、評価をいただいた。

- ・デザイン性豊かな小物入れや動物をモチーフにした置物はどうか？
- ・自由に組み立て変更できる組み立て家具、建築素材としての用途開発。
- ・ホームセンター市場は、低中価格商品が多いので、価格面で合わない場合、各分野の専門店へのアプローチも必要。

循環型商品の重要性は、深く認識しており、トレンドにはまる商品が、それなりの値ごろ感で提案できれば希望が持てるとのこと。今後の開発に参考にしていきたい。

(3) 東京ギフトショー出展評価

2/17-20の期間東京ビッグサイトで展示を行った。出展者が2400社、来場者数は19万人という国内最大規模の展示会であった。当社は、ナプラス製品として、鉢・ナゲシフック等の射出成形品と押し成形品のジョイントパイプで組立てたラックをメインに展示した。展示の雰囲気は図7、図8の写真を参照。ギフトショーは販売を目的にした商談の場であり、当社のブースにも多くの見学者があった。



図7 東京ギフトショー展示写真 (1)



図8 東京ギフトショー展示写真 (2)

結果は名刺交換36名、アンケート回収21名と成果をあげることができた。

名刺交換した方は、商品開発やデザイン担当が多く、新しい素材としてのナプラス製品に興味を示した。ただ単に環境に配慮した製品ということだけでなく、機能・風合いが良いという意見が多かった。しかし、製品の価格は、特別なものを除いて500円以下が適当という厳しい評価であった。表9 アンケート結果参照。

表9 天然素材開発品に関するアンケート調査結果（回答者21人）

東京ギフトショー2004.2/17～2/20にて

1. 興味を持たれた製品

項目	回答数	備考
ナプラス成形品	18	特に鉢に興味を持った人 3人
ねこ砂	3	
ヒノキオイル	0	
木粉製プランター	6	
活性炭入り不織布シート	3	活性炭より炭の方が面白いという意見有

2. 興味を持った理由

項目	回答数	備考
環境に配慮・将来が楽しみ	17	
機能・風合い等	8	
取り引きしたい	0	
一緒に開発をしてみたい	3	
自社技術との組み合わせ	1	
その他	1	生分解性ポリマーに比べ材料価格が安い

3. 今後、どのような製品ができればよいと思われますか

・こんな製品があれば良いと思われるものは？

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| 1) 木チップ入りボード | 2) 耐火性のもの |
| 3) 高齢者向け | 4) コンクリート・鉄粉との組み合わせ(瀆物石) |
| 5) レジャークーラーの臭い消し(不織布シート) | |
| 6) 消臭(ペット) | 7) 耐久性等を高めた製品 |
| 8) ペットボトルのかわり(生分解) | 9) バーベキュー用品 |
| 10) ひば油を使った製品 | 11) エコ建材 |

・製品の価格範囲

項目	回答数	備考
100円	3	
200円	2	
300円	2	
500円	1	
700円	0	
1000円	1	消臭
2000円～	1	エコ建材
その他	1	400円/kg

9. コスト試算

ホームセンターでの評価にあるように、天然素材の良い面は認識していただいても、価格が高いとダメという意見が多い。そこで、今回試作した植木鉢射出成形品のコスト試算を行った。結果を表10の成形品コスト試算書に示す。

成形サイクルが5分と長い点と人手による原料仕込みと製品取出しを考慮すると、加工賃が720円/個と高くなってしまふ。計画書では、2倍程度を想定していたが、現状は10倍以上となっている。製品出荷価格は900円と高価なものになった。PP製品と比較して高すぎるので、この点の改良が今後の課題である。

表10 成形品コスト試算書

ワタベ工業株式会社
 エンジニアリング プラスチック成形部
 〒719-1175 岡山県都窪郡清音村上中島2番地
 TEL (0866) 94-0221 (代表)
 TEL (0866) 94-0228 (直通)
 FAX (0866) 93-1847

成形後 124度 1608/7
 乾燥後 59 1708/7

納入先		受注予定量	PCS	成形品重量	126 個/ロット	作成年月日
品名		金型取数	1 CAV	スプール重量	4 個/ロット	15年12月24日
材料名仕様		金型構造	流注	全成形重量	130 個/ロット	作成者 承認印
材料仕入先		成形機種	200J	成形サイクル	300 秒 (5分)	03.12.24 佐藤
項目		計 算 式			備考	
④ 材料費	(イ) 材料価格	$\frac{50 \times 85 + 450 \times 15}{100} + 15 = 125$ 円/kg			0.125 円/g	100cc/個 → 11cc/個
	(ロ) 材料重量	$\frac{130}{1}$ 個/ロット			130 個/pcs	$\frac{1500 \text{円}}{100 \text{cc}} = 15 \text{円/cc}$
	(ハ) 材料費合計	$(イ) \times (ロ) + (\text{歩留り})$			18.06 円/pcs	
⑤ 金型費	(ニ) 金型償却費	}			✓ 円/pcs	金型メーカー
	(ホ) 金型維持費	}			✓ 円/pcs	
	(ヘ) 金型費合計	特殊材料 輸送			✓ 円/pcs	金型価格
⑥ 加工費	(ト) 加工レート	$3000 \text{円/h} + 1500 \text{円/h} \times 2$			6000 円/h	
	(チ) 生産能力	$\frac{3600}{(300) \text{秒/ロット}} \times (1) \text{CAV} \times (0.7) \text{稼働率}$			8.4 pcs/h	
	(リ) 加工費	$\frac{(6000) \text{(ト)}}{(8.4) \text{(チ)}} \times 30\%$			719.7 円/pcs	
	(ヌ) ゲート処理費	$1200 \text{円} \div 360 \times 20$			6.67 円/pcs	
	(ル) 仕上点検費	乾燥装置は別途と可也!			— 円/pcs	
(ヲ) 加工費合計				720.36 円/pcs		
⑦ 諸経費	(ワ) 包装材料費	}			円/pcs	
	(カ) 包装梱包費	}			円/pcs	
	(コ) 運送費	}			円/pcs	
	(ク) その他の経費	⑥ × 0.1			72.10 円/pcs	
(レ) 諸経費合計	84.12			72.10 円/pcs		
⑧ (ソ) 総成形コスト	④ + ⑤ + ⑥ + ⑦ ÷ (0.9) 歩留り			901.24 円/pcs		
⑨ (ツ) 見積り単価				900 円/pcs		
⑩ (ネ) 決定単価				円/pcs		

9. 6. 100×50

10．結果に対する考察

(1) 技術課題

ナプラスという新しい素材を約半年間取り扱った。従来のプラスチックとは異なる、石化資源に依存しない、まったく新しい素材として用途開発を進めてゆくには、超えなければならないハードルは多いが、着実に克服してゆかなければならない。

最終ヒアリングでの意見をも参考にして今後の技術の進むべき方向性をまとめる。

・試作品の完成度という観点では、まだまだ途上で、50点レベルかと思う。

しかし、ギフトショーに展示できるレベルには到達しており、来場者の興味を引いて、将来への展望が出てきている。

・製造技術の信頼性の面では、原料の供給から製品の取出しもしくはエイジングに至るまでの個々の固有技術の革新が必要である。特に焦点となる固有技術は、原料供給、溶融化(可塑化)、金型設計、製品取出、エイジング技術である。

・コストダウンのための生産性向上対策として、射出成形では、成形サイクルの短縮が最大の課題である。現在、5分かかっているサイクルタイムを1分程度にしなければならぬ。可塑化と製品取出が安定すれば可能と考えられる。新しい素材であるが故の困難が伴うが、いろいろな仲間の知恵を拝借しながら、特許になりうる新技術を目指して頑張りたい。

(2) 市場課題

市場については、ホームセンターを中心とした日用雑貨分野とナプラスの機能を生かした高級製品(装飾品、産業資材)分野が考えられる。高級分野に進出したいのは山々であるが、機能の把握ができた段階での期待分野としたい。

日用雑貨分野：コストダウンが必須課題である。コストダウンの目安としては、アンケート調査の中に示唆されているかと思うが、材料価格で200円/kg以下、製品価格で400円/kg以下を目標にしたい。材料価格は現在の予想で125円/kgとなっており、目標をクリアーしている。後は生産性を上げた製品の開発ができるかどうかにかかっている。物、用途、大きさによって異なるが、日用雑貨向けとしては、500円までのものが市場性の面で有利なようである。特殊な付加価値を有するものは1000~2000円でも売れるということなので、例えば、備前焼のような置物で、個性豊かで天然の風合いを大切にしたものをターゲットにあげたい。

高級製品(装飾品、産業資材)分野：生分解性の評価は今後の課題としているが、耐熱性、難燃性に期待が持てそうである。200を超えて耐熱性が予想され、木材に比べると格段に優れた難燃性が実証できれば、エンジニアリングプラスチックの用途分野への進出も夢ではない。これらについては具体的な目標を探索したい。

日用雑貨分野においては、上述の課題を克服して、一日も早い商品化、事業化に結びつけたい。